

	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS “AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS”	Revisión: R00
	CONTRATO: Proyecto “Entrega de las Defensas Ribereñas de los Ríos Chicama y Virú (Paquete 9R-06)”	Emisión: 30/06/2023
	REGIÓN: LA LIBERTAD	Páginas: 1 de 132



REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ A- ACEPTADO

☐ B- ACEPTADO CON COMENTARIOS

☐ C- RECHAZADO

FIRMA

FECHA



D30011 - EDI CONSTRUCCIÓN – MEMORIA DESCRIPTIVA – QDAS. PAMPA HERMOSA – QUIRRIPANO / PAMPAS DE JAGUEY – PAQUETE 2 – PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO CHICAMA

400195-OHL001-651-XX-DM-ZZ-000001

REV Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
R00	30/06/2023	Emitido para revisión y comentarios	Alberto Prieto Jefe de Proyecto INYPESA		
FIRMAS:					

	CONTRATO: ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS RÍO CHICAMA Y RÍO VIRÚ (PAQUETE 9R-06)	Versión: V00
		Emisión: 30/06/2023
		Páginas: 2 de 132


OHLA
PROY. APROBACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ ACEPTADO

☐ RECHAZADO

REVISADO POR: _____ FECHA: _____

D30011 - EDI CONSTRUCCIÓN – MEMORIA
DESCRIPTIVA – QDAS. PAMPA HERMOSA –
QUIRRIPANO / PAMPAS DE JAGUEY – PAQUETE 2 –
PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO CHICAMA

400195-OHL001-651-XX-DM-ZZ-000001

VER Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
V00	30/06/2023	Emitido para revisión y comentarios	Juan Maza	Alberto Prieto	Alberto Prieto
FIRMAS:					

**D30011 - EDI CONSTRUCCIÓN – QDAS. PAMPA
HERMOSA – QUIRRIPANO / PAMPAS DE JAGUEY –
PAQUETE 2 – PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO
CHICAMA
MEMORIA DESCRIPTIVA**

**SOLUCIONES INTEGRALES DEFENSAS RIBEREÑAS DE
LOS RÍOS CHICAMA Y CHICAMA – LA LIBERTAD,
(PAQUETE 9R-06)**

Propuesto por	Revisado por	Aprobado por
INYPsa	Jefe de Proyecto INYPsa	Jefe de Proyecto INYPsa
JUAN MAZA TAMAY, 30/06/2023	ALBERTO PRIETO TOMÉ, 30/06/2023	ALBERTO PRIETO TOMÉ, 30/06/2023
		

Nivel de seguridad: Uso Público

Alcance: 400195 Proyecto Río Chicama

Histórico de versiones

Versión.	Fecha	Texto
V00	30/06/2023	Primera entrega

Documentación relacionada y aplicable

Código	Título

Definiciones

Término	Definición

Matriz del Conocimiento

CATEGORÍA

- ☐ Todas las categorías
- ☐ Consejero delegado
- ☐ Directores Generales
- ☐ Dirección General
- ☐ Director Corporativo
- ☐ Director
- ☐ Jefe Corporativo de
- ☐ Jefe de
- ☐ Técnico
- ☒ Especialista
- ☐ Administrativo
- ☐ Operario cualificado

FUNCIONES

- ☒ Todas las funciones
- ☐ Asesoría Jurídica
- ☐ Económico Financiera
- ☐ Organización
- ☐ RR.HH y SSGG
- ☐ Sistemas de Información
- ☐ Soporte Corporativo
- ☐ Soporte Técnico
- ☐ Línea/Producción
- ☐ Otros: Estructuras

Responsable de distribución: Juan Maza

INDICE

1	ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	14
1.1	Antecedentes	14
1.2	Sectorización del Proyecto de Inversión Chicama	14
1.3	Situación actual	15
1.4	Objetivo y justificación del Proyecto Integral del río Chicama – Paquete 02	16
1.4.1	Justificación.	16
1.4.2	Objetivos	16
1.5	Metas del proyecto Pampa Hermosa y Quirripaño (Acorde al PI)	17
2	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE N°3 QDAS. PAMPA HERMOSA Y QUIRRIPANO	17
2.1	Ubicación Geográfica y accesibilidad del proyecto	17
2.2	Información General del Paquete 02 Qdas. Pampa Hermosa y Quirripaño.	20
2.3	Criterios y procesos aplicados para el diseño final de las obras del Paquete 02 – Qdas. Pampa Hermosa y Quirripaño.	21
2.3.1	Red Geodésica Existente del Plan Integral	21
2.3.2	Red Geodésica Existente del Plan Integral	22
2.3.3	Estudio de topografía.	25
2.3.4	Estudio Hidrología y sedimentología.....	25
2.3.5	Estudio de geología y geomorfología	38
2.3.6	Análisis de infiltración	69
2.3.7	Porcentajes de esponjamiento.....	72
2.3.8	Descripción De Canteras	73
2.3.9	Identificación y selección de depósitos de materiales excedentes (DME) y material Orgánico (DMO).	83
2.3.10	Identificación y selección de fuentes de agua.....	84
2.3.11	Modelamiento hidráulico.....	85
2.3.12	Planificación Hidráulica.	99
2.3.13	Diseño hidráulico.....	102
2.3.14	Diseño hidráulico de diques.	105
2.3.15	Gestión de permisos y autorizaciones.....	115
2.4	Diseño Estructural	122
3	ESTUDIO INTEGRAL ASOCIADO AL PROYECTO	140
3.1	Afectaciones prediales	140
3.2	Componente de Interferencias	142

3.2.1	Metodología para la identificación de Interferencias.	143
3.2.2	Identificación de Interferencias.	143
3.3	Gestión Medio Ambiente	154
3.4	Building Information Modeling (BIM)	155
4	RESUMEN DE COSTOS Y PERIODO DE EJECUCIÓN	158
4.1	COSTO DE INVERSIÓN	158
4.2	TIEMPO (PERÍODO) DE EJECUCIÓN.	158

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Características generales de los paquetes del proyecto 4 – Río Chicama.....	15
Cuadro 2 Coordenada quebrada Pampa Hermosa	19
Cuadro 3 Coordenada quebrada Pampa Hermosa	19
Cuadro 4 Vías de acceso a la Qda. Pampa Hermosa.....	19
Cuadro 5 Vías de acceso a la Qda. Quirripango.....	19
Cuadro 6 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Pampa Hermosa	20
Cuadro 7 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Quirripango	20
cuadro 8 Valores del coeficiente de escorrentía	30
cuadro 9 Caudales picos en puntos de interés - Con Cambio climático Escenario RCP 8.5.....	30
cuadro 10 Caudales picos en puntos de interés-Cambio climático – Escenario RCP 8.5.....	31
Cuadro 11 Parámetros de entrada para el modelamiento hidrológico en cuencas	33
Cuadro 12 Parámetros de entrada para el modelamiento hidrológico en ríos	33
Cuadro 13 Caudales picos en puntos de interés-Cambio climático escenario RCP 8.5	34
Cuadro 14 Comparativa de ensayos programados y ejecutados.....	38
Cuadro 15 Coordenadas y datos de las calicatas	39
Cuadro 16 Resumen de resultados de las calicatas de Quebradas Pampa Hermosa y Quirripango	41
Cuadro 17 Resultado de ensayo de Corte Directo	42
Cuadro 18 Resultado de ensayo Triaxial	42
Cuadro 19 Resultados de CBR.....	43
Cuadro 20 Resultados de Análisis Químico.....	44
Cuadro 21 Resultado de Materia orgánica por Ignición	44
Cuadro 22 Resumen de Ensayos de Peso Unitario	45
Cuadro 23 Ensayo de Proctor modificado	45
Cuadro 24 resultados de específico y absorción	46
Cuadro 25 resultados de específico y absorción	46
Cuadro 26 Coordenadas y datos de los sondeos.	49
Cuadro 27 Resultado de laboratorio de perforaciones	49
Cuadro 28 Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica (según Arce Helberg (1990))	50
Cuadro 29 Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84 (según Norma E.030 – 2020).....	52
Cuadro 30 Resultados de SEV – paquete 02	54
Cuadro 31 Parámetros geotécnicos para las Unidades Geotécnicas.....	55
Cuadro 32 Parámetros geotécnicos para las estructuras de cabezales.....	55
Cuadro 33 Valores de Asentamientos. Alcantarilla AL-DIO2-3-47	56
Cuadro 34 Valores del módulo de balasto por estructura proyectada.....	56
Cuadro 35 Resultado de Análisis químico para la estructura de muros y alcantarilla.	57
Cuadro 36 Resultado de análisis químico de la calicata PH-E-CC-01.	57
Cuadro 37 Resultado de análisis químico del punto de agua P.A. 2.1-C.....	58
Cuadro 38 Nivel freático según dique para análisis de estabilidad	59
Cuadro 39 Resumen análisis estabilidad.....	69
Cuadro 40 Permeabilidad por sondeo ejecutado	70
Cuadro 41 Valores característicos de permeabilidad según granulometría	70
Cuadro 42 Valores de los porcentajes de Esponjamiento por Calicata	73
Cuadro 43 Coordenadas de ubicación de la cantera.	74
Cuadro 44 Cálculo de volumen utilizable – Palenque.....	75
Cuadro 45 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Nuevo Alto Perú 3.....	76
Cuadro 46 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.	76
Cuadro 47 Cálculo de volumen utilizable – NAP3-A	77
Cuadro 48 Cálculo de volumen preliminar NAP3-B	77

Cuadro 49 Usos, tratamiento y rendimientos de la cantera Nuevo Alto Perú 3	78
Cuadro 50 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.	79
Cuadro 51 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1	79
Cuadro 52 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.	80
Cuadro 53 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1	81
Cuadro 54 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.	82
Cuadro 55 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1	83
Cuadro 56 DME's - Paquete 02	83
Cuadro 57 DMO's - Paquete 02	84
Cuadro 58 Fuentes de Agua Paquete 02.....	84
Cuadro 59 Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la Qda. Quirripaño – RCP 8.5.....	85
Cuadro 60: Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la quebrada Quirripaño – RCP 8.5	85
Cuadro 61: Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la subcuenca Pampa Hermosa-RCP 8.5	85
Cuadro 62 Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la quebrada Pampa Hermosa- RCP 8.5.....	86
Cuadro 63 Caracterización granulométrica	87
Cuadro 64 Propiedades de las matrices de flujo (solo lima y arcilla)	87
Cuadro 65 Parámetros de las relaciones de esfuerzo de cedencia y viscosidad	88
Cuadro 66 Esfuerzo de cedencia (Pa) para diferentes concentraciones.....	89
Cuadro 67 Viscosidad (Pa-s) para diferentes concentraciones.....	89
Cuadro 68 Ubicación de los puntos de calibración de la Qda. Pampa Hermosa y Quirripaño	90
Cuadro 69 Comparación de tirantes del FEN del RIBA 3 Y RIBA 4	92
Cuadro 70 Ubicación de los puntos de sensibilidad - Qda. Pampa Hermosa y Quirripaño	93
Cuadro 71 Puntos de sensibilidad para el escenario FEN17, Qda. Pampa Hermosa y Quirripaño.	94
Cuadro 72 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados	100
Cuadro 73 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Pampa Hermosa	101
Cuadro 74 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Quirripaño	101
Cuadro 75 Caudal de Diseño – Caudal de Baden Pampa Hermosa	112
Cuadro 76 Estado de permisología de las áreas auxiliares del paquete 2	115
Cuadro 77 Liberación de áreas auxiliares de Quebrada Pampa Hermosa y Quirripaño	118
Cuadro 78 Estado de permisología respecto a Accesos de la Quebrada de Quirripaño y Pampa Hermosa ..	119
Cuadro 79 Oficinas y Patios de Maniobras	122
Cuadro 80 Datos Hidráulicos	124
Cuadro 81 Datos Geológicos y Geotécnicos	124
Cuadro 82 Dimensiones para el análisis	124
Cuadro 83 Datos Hidráulicos	127
Cuadro 84 Datos Geológicos y Geotécnicos	127
Cuadro 85 Dimensiones para el análisis	127
Cuadro 86 Resultados del refuerzo de la alcantarilla.	131
Cuadro 87 Resultados del diseño por fuerza cortante en la alcantarilla.	131
Cuadro 88 Dimensiones mínimas y cargas – Geobrugg Andina Perú	133
Cuadro 89 Datos Geológicos y Geotécnicos	134
Cuadro 90 Dimensiones para el análisis	134
Cuadro 91 Datos Hidráulicos	135
Cuadro 92 Datos Hidráulicos	135
Cuadro 93 Dimensiones para el análisis	135
Cuadro 94 Resultados del Refuerzo.	139
Cuadro 95 Resultados del diseño por fuerza cortante del Baden.	140
Cuadro 96 Predios identificados afectados	141
Cuadro 97 Coordenadas de la ubicación del canal Salinar Quemazón	143

Cuadro 98 Coordenadas de la ubicación de la alcantarilla identificada	144
Cuadro 99 Coordenadas de la ubicación de la toma identificada	146
Cuadro 100 Poste dentro del dique de encauzamiento PH-DE-D1.....	147
Cuadro 101 Ubicación de vía nacional.....	149
Cuadro 102 Ubicación de vía vecinal	150
Cuadro 103 Ubicación de vías no registradas	152

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Ámbito general del estudio	15
Ilustración 2	Ubicación política en ámbito regional – Pampa Hermosa	18
Ilustración 3	Ubicación política en ámbito regional – Quirripango	18
Ilustración 4	Vías de acceso a la zona de estudio- Pampa Hermosa y Quirripango	19
Ilustración 5	Cuenca Pampa Hermosa con Escasa Vegetación	26
Ilustración 6	Mapa de Cobertura Vegetal cuenca Pampa Hermosa	26
Ilustración 7	Mapa de Pendientes cuenca Pampa Hermosa.....	28
Ilustración 8	Mapa de tipo de suelos - cuenca Pampa Hermosa	29
Ilustración 9	Caudales máximos Pampa Hermosa – Con Cambio Climático Escenario RCP 8.5	31
Ilustración 10	Modelo Hidrológico HEC-HMS – quebrada Quirripango	33
Ilustración 11	Caudales máximos Quirripango -Cambio Climático	34
Ilustración 12	Caudales máximos Quirripango con cambio climático - Periodo de retorno de 10 años	34
Ilustración 13	Caudales máximos Quirripango con cambio climático - Periodo de retorno de 50 años	35
Ilustración 14	Caudales máximos Quirripango con cambio climático - Periodo de retorno de 100 años	36
Ilustración 15	Caudales máximos Quirripango con cambio climático- Periodo de retorno de 200 años	37
Ilustración 16	Caudales máximos Quirripango con cambio climático- FEN 2017	37
Ilustración 17	Excavación de calicatas en las quebradas Quirripango.....	40
Ilustración 18	Material extraído de las calicatas.....	40
Ilustración 19	excavación de calicatas en la Quebrada Pampa Hermosa	40
Ilustración 20	Muestras extraídas de las calicatas en la Quebrada Pampa Hermosa.....	40
Ilustración 21	Columna estratigráfica de la calicata Q-E-CC-01.....	47
Ilustración 22	Columna estratigráfica de la calicata PH-E-CC-02.....	47
Ilustración 23	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara húmeda condición estática	60
Ilustración 24	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara seca condición estática.....	61
Ilustración 25	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara húmeda condición pseudoestática	61
Ilustración 26	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara seca condición pseudoestática.....	62
Ilustración 27	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. No DRENADO condición estática	62
Ilustración 28	Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. No DRENADO condición pseudoestática	63
Ilustración 29	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara húmeda condición estática	63
Ilustración 30	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara seca condición estática.....	64
Ilustración 31	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara húmeda condición pseudoestática..	64
Ilustración 32	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara seca condición pseudoestática	65
Ilustración 33	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. No DRENADO condición estática	65
Ilustración 34	Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. No DRENADO condición pseudoestática .	66
Ilustración 35	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. Cara húmeda condición estática	66
Ilustración 36	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. Cara seca condición estática.....	67
Ilustración 37	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. Cara húmeda condición pseudoestática.....	67
Ilustración 38	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. Cara seca condición pseudoestática	68
Ilustración 39	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. No DRENADO condición estática	68
Ilustración 40	Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. No DRENADO condición pseudoestática	69
Ilustración 41	Cabeza total Diques de Retención. Líneas de flujo	70
Ilustración 42	Velocidad total de descarga Diques de retención. Líneas de flujo	71
Ilustración 43	Cabeza total CDE2-MI-03 0+040. Líneas de flujo	71
Ilustración 44	Velocidad total de descarga CDE2-MI-03 0+040. Líneas de flujo.....	72
Ilustración 45	Ubicación y acceso – Cantera Tomabal 1.....	74
Ilustración 46	Ubicación y acceso – Cantera Nuevo Alto Perú 3	75
Ilustración 47	Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.	78
Ilustración 48	Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.	80

Ilustración 49 Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.	82
Ilustración 50 Relación entre concentración por peso y volumen	88
Ilustración 51 Parámetros reológicos ingresados al modelo de Qda. Pampa Hermosa y Quirripango	90
Ilustración 52 Identificación de alturas de agua en el RIBA 3 para FEN 2017.....	91
Ilustración 53 Puntos de calibración RIBA 3 - FEN 2017 Quebrada Pampa Hermosa.....	91
Ilustración 54 Puntos considerados del RIBA 3 - FEN 2017 Quebrada Quirripango.....	91
Ilustración 55 Combinación de bandas utilizada en la imagen histórica Landsat 8.....	92
Ilustración 56 Inundación con diferente concentración volumétrica, zona 01	93
Ilustración 57 Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qda. Pampa Hermosa y Quirripango	93
Ilustración 58 Variación de las velocidades para diferentes cv	94
Ilustración 59 Variación de las velocidades para diferentes cv	94
Ilustración 60 Perfil de agua en el dique Q-DR-1	95
Ilustración 61 Perfil de agua en el encauzamiento de quebrada Quirripango	95
Ilustración 62 Perfil de agua en el dique Q-DR-1	95
Ilustración 63 Perfil de agua en el encauzamiento de quebrada Pampa Hermosa	96
Ilustración 64 Perfil de agua en el baden de quebrada Pampa Hermosa	96
Ilustración 65 Tirante en el baden de quebrada Pampa Hermosa	97
Ilustración 66 Perfil de velocidades en el vertedero del dique Q-DR-1	97
Ilustración 66 Mapa de velocidades en encauzamiento de quebrada Quirripango	98
Ilustración 66 Perfil de velocidades en el vertedero del dique PH-DR-1	98
Ilustración 66 Mapa de velocidades en encauzamiento de quebrada Pampa Hermosa	99
Ilustración 66 Velocidades en el baden de quebrada Pampa Hermosa	99
Ilustración 50 Planteamiento hidráulico del paquete 02 – Quirripango	103
Ilustración 51 Planteamiento hidráulico del paquete 02 – Pampa Hermosa	104
Ilustración 52 Borde Libre para el dique PH-DE-D-1	105
Ilustración 53 Borde Libre para el dique PH-DE-I-1	105
Ilustración 54 Borde Libre para el dique Q-DE-D-1.....	105
Ilustración 55 Borde Libre para el dique Q-DE-I-1	105
Ilustración 56 Socavación para el dique PH-DE-D-1.....	106
Ilustración 57 Socavación para el dique PH-DE-I-1	106
Ilustración 58 Socavación para el dique Q-DE-D-1	107
Ilustración 59 Socavación para el dique Q-DE-I-1.....	107
Ilustración 60 Estimación de altura para el dique PH-DE-D-1.....	108
Ilustración 61 Estimación de altura para el dique PH-DE-I-1	108
Ilustración 62 Estimación de altura para el dique Q-DE-D-1	109
Ilustración 63 Estimación de altura para el dique Q-DE-I-1	109
Ilustración 64 Diámetro de enrocado para el dique PH-DE-D-1	110
Ilustración 65 Diámetro de enrocado para el dique PH-DE-I-1.....	110
Ilustración 66 Diámetro de enrocado para el dique Q-DE-D-1	110
Ilustración 67 Diámetro de enrocado para el dique Q-DE-I-1	111
Ilustración 68 Sección típica de dique I.....	112
Ilustración 69 Sección típica de dique II.....	112
Ilustración 70 Hidrograma – Caudal de ingreso al Baden	113
Ilustración 71 Planteamiento hidráulico del sifón, Alternativa 2	113
Ilustración 72 diseño de aliviadero Lateral	114
Ilustración 73 Planteamiento hidráulico de Alcantarilla – Cruce Canal Queneto	115
Ilustración 74 Vista en planta	123
Ilustración 75 Vista en elevación (sección A).....	123
Ilustración 76 Vista en elevación (sección B)	123

Ilustración 77 Sección crítica para el análisis (Elevación)	125
Ilustración 78 Detalle de refuerzo de muro y cimentación.	127
Ilustración 79 Modelo (Vista en elevación)	130
Ilustración 80 Diagrama de momento flector (ton-m)	130
Ilustración 81 Diagrama de fuerza en la sección de la alcantarilla (ton)	131
Ilustración 82 Diagrama presiones (ton/m2)	132
Ilustración 83 Vista en planta.....	133
Ilustración 84 Vista en elevación	133
Ilustración 85 Vista en planta Baden 02	135
Ilustración 86 Vista en planta Baden 02	136
Ilustración 87 Reacciones en los nudos	137
Ilustración 88 Diagrama de momento flector X-X (Inferior)	137
Ilustración 89 Diagrama de momento flector X-X (superior).....	138
Ilustración 90 Diagrama de momento flector y-y (Inferior).....	138
Ilustración 91 Diagrama de momento flector y-y (Inferior).....	138
Ilustración 92 Diagrama de fuerza cortante X-X	139
Ilustración 93 Diagrama de fuerza cortante Y-Y	139
Ilustración 94 Esquema del Plano de Prediagnóstico de los diques y encauzamiento Pampa Hermosa y Quirripaño.....	141
Ilustración 95 Ubicación de canal Salinar Quemazón y alcantarilla.....	144
Ilustración 96 Canal existente Salinar Quemazón	145
Ilustración 97 Alcantarilla existente.....	145
Ilustración 98 Ubicación de toma identificada	146
Ilustración 99 Toma existente.....	147
Ilustración 100 Ubicación de poste de media tensión en el Dique PH-DE-D1	148
Ilustración 101 Poste de media tensión PT-01	148
Ilustración 102 Ubicación de intersección de dique de encauzamiento y vía nacional PE-1NF, Qda. Pampa Hermosa.....	149
Ilustración 103 Vía nacional PE-1NF	150
Ilustración 104 Ubicación de intersección de dique de encauzamiento y vía vecinal LI-680, Qda. Pampa Hermosa.....	151
Ilustración 105 Ubicación de intersección de barrera dinámica y vía vecinal LI-681, Qda. Quirripaño	151
Ilustración 106 Ubicación de intersección de dique proyectado y vía no registrada, Encauzamiento Pampa Hermosa.....	152
Ilustración 107 Ubicación de intersección de dique proyectado y vía no registrada, Qda. Pampa Hermosa	152
Ilustración 108 Vía no registrada (trocha carrozable).....	153
Ilustración 109 Intercambio de información BIM-GIS	155
Ilustración 110 Flujograma general de la información	156

1 ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

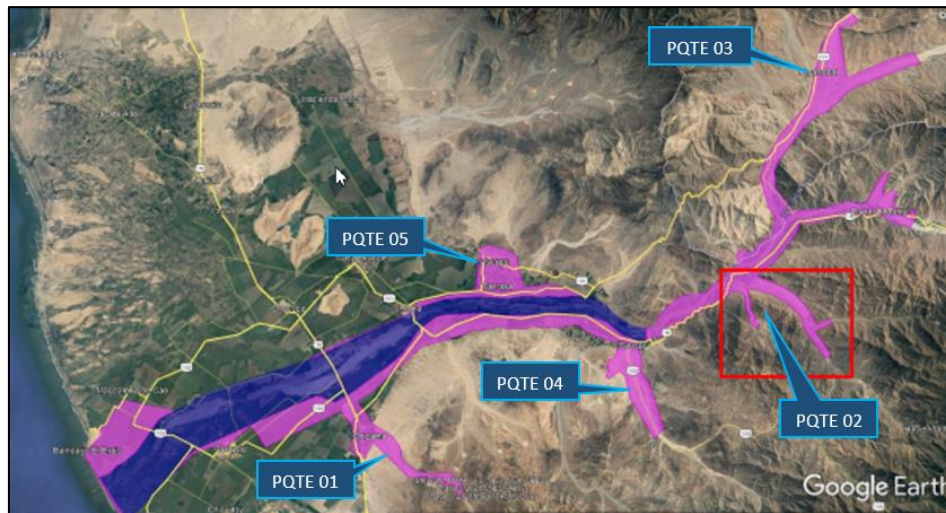
1.1 Antecedentes

1. Con Resolución de Dirección Ejecutiva N° 0075-2018-RCC/DE, se modificó el Plan Integral de la Reconstrucción con Cambios aprobado mediante Decreto Supremo N° 091-2017-PCM y modificatorias, respecto de la denominación y contenido del Anexo N°1 de la "Tabla N°14: Intervenciones Integrales para previsión de inundaciones pluviales, fluviales y movimiento de masas", consignándose en el Anexo N° 02, la solución integral de los ríos en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima e Ica.
2. El PI forma parte del Paquete 9 R-06: Chicama-Virú del Componente A del Plan Integral de Reconstrucción con Cambios (PIRCC), que será ejecutado en el marco del Acuerdo Gobierno a Gobierno (G2G), mediante la modalidad de ejecución Fast Track. Con fecha 11.06.21 la ARCC (Contratante) suscribió el "Contrato NEC3 - Opción F" (Contrato NEC3F) con la empresa OBRASCON HUARTE LAIN S.A. SUCURSAL PERÚ (Contratista) para el desarrollo del diseño y construcción del mencionado PI. Con fecha 01.09.21, el Contratista subcontrata la elaboración de diseño (Expediente Técnico) de los PI contenidos en el Paquete 9, a la empresa DOHWA-TEC4, bajo la modalidad de contratación "Contrato NEC-Opción A" (Suma Alzada) /PEC/Directa.
3. El Perfil del Proyecto Integral Chicama - Virú declarado viable por la entidad correspondiente identificó, en ambas márgenes de los ríos Chicama y Virú propiamente dicho, del cual las unidades productoras (UP) de bienes y servicios y parte de la población de los poblados de la cuenca se encuentran en alto riesgo frente a inundaciones.

1.2 Sectorización del Proyecto de Inversión Chicama

En base a la metodología "Fast Track", el Proyecto de Inversión de las quebradas del Río Chicama con CUI 2509655 (proyecto 4), el cual ha sido subdividido en 5 paquetes con la finalidad de elaborar los diseños definitivos y construcción de las obras que la comprenden. Esta subdivisión se muestra en la siguiente Figura.

Ilustración 1 Ámbito general del estudio



En el cuadro se presentan los paquetes definidos en el proyecto 4– Río Chicama.

Cuadro 1 Características generales de los paquetes del proyecto 4 – Río Chicama.

Paquetes	Descripción
Paquete 01	Quebrada León (Oso): Dique de Retención
Paquete 02	Quebradas Pampa Hermosa – Quirripango/Pampas de Jaguey
Paquete 03	Quebradas Santanero/Algarrobal – La Portada – La Huaca – Jaguey: Diques de retención
Paquete 04	Quebradas Alto Perú/Sauzal: Diques de Retención.
Paquete 05	Quebradas Ascope / Chicama: Diques de Retención
Paquete 01	Quebrada León (Oso): Dique de Retención

La presente Memoria Descriptiva corresponde al Paquete 02 del Proyecto 3 – Qdas. Chicama. Sin embargo, cuando se realice una referencia o descripción de un determinado ítem en común y aplicable para todos los paquetes, se hará mención a la denominación Proyecto 3 – Qdas. Chicama.

1.3 Situación actual

La situación actual de la población de la zona urbana y agrícola, se encuentran en riesgo de ser inundadas durante eventos de avenidas u ocurrencia del Fenómeno El Niño. En el transcurso del tiempo, han ocurrido inundaciones, por las grandes avenidas de agua que se producen periódicamente por exceso de lluvia durante la presencia del fenómeno de El Niño, donde el incremento de caudal de los ríos, afectan seriamente las tierras de cultivo, los asentamientos humanos y las poblaciones que ocupan indebidamente fajas marginales de los ríos e incluso sus cauces secos, a ello se suma la carencia de infraestructura de defensas ribereñas y control de

inundaciones, el débil fortalecimiento institucional y la generación de capacidades y la frágil la Gestión del Riesgo de Desastres.

Ante los peligros de inundaciones ocasionadas por precipitaciones pluviales intensas y por las crecidas máximas de los cursos del agua (ríos y quebradas), las poblaciones ubicadas a ambos márgenes de las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango, viven en permanente zozobra durante eventos climáticos como "El Niño"; por lo que, es prioritario la formulación de Proyectos de Inversión Pública relacionado con servicios de protección de Unidades Productoras de bienes y servicios públicos frente a inundaciones. Pasada la ocurrencia de los Fenómenos El Niño, diversas instituciones públicas han construido defensas ribereñas en tramos críticos, con diversos criterios constructivos para diferentes caudales, resultandos insuficientes durante el Niño Costero 2017.

1.4 Objetivo y justificación del Proyecto Integral del río Chicama – Paquete 02

1.4.1 Justificación.

La justificación del proyecto: “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LA RIBERA DE LAS QUEBRADAS ASCOPE, EL OSO, ALTO PERÚ, PAMPA HERMOSA, QUIRRIPANGO Y SANTANERO, VULNERABLES ANTE EL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LOS DISTRITOS DE ASCOPE Y CHICAMA DE LA PROVINCIA DE ASCOPE DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD EN EL DISTRITO DE SAN BENITO DE LA PROVINCIA DE CONTUMAZÁ DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”, se encuentra en la línea establecida por el Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del MEF que define la Programación Multianual de Inversiones en los diferentes sectores del Gobierno Nacional.

La justificación del proyecto se basa en el hecho que contribuye al cierre de brechas en materia de protección a “Puntos Críticos identificados No atendidos” aprobado por el MINAGRI y publicado en su respectivo portal institucional. Es decir, el proyecto se encuentra en la línea establecida por el Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del MEF que define la Programación Multianual de Inversiones en los diferentes sectores del Gobierno Nacional.

1.4.2 Objetivos

1. Alcanzar una capacidad hidráulica suficiente de la Qda. Pampa Hermosa y Qda. Quirripango para conducir flujos máximos extraordinarios con el mejor período de retorno posible. El proyecto tiene en cuenta, efectos del cambio climático, aspectos sociales, espaciales, paisajísticos y ambientales del entorno.
2. El diseño y la aplicación de un sistema integrado de manejo de las aguas pluviales que combine la capacidad de los cursos naturales en sus zonas de captación altas, medias y bajas, sin daños a los bienes ni riesgos para la vida.
3. Reducir los efectos provocados por el cambio climático y fenómenos naturales que afectan de manera cíclica en las quebradas de Pampa Hermosa y Quirripango, mediante la adopción de medidas de protección oportunas.
4. El proyecto plantea, reducir el riesgo frente a inundaciones de las UP de bienes y servicios públicos y población aledaña al área de intervenciones.
5. El desarrollo de los proyectos promoverá el crecimiento económico a nivel local y regional, toda vez que incentivará la contratación de mano de obra, profesionales, proveedores de

servicios, comercios, restaurantes, hospedajes y toda la cadena de suministro vinculada con el proyecto.

1.5 Metas del proyecto Pampa Hermosa y Quirripango (Acorde al PI)

El proyecto Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango (paquete 02) contempla la ejecución de las siguientes metas físicas:

- Dos barreas dinámicas de 4m de altura, en el caso de la barrera de Pampa Hermosa presenta una longitud de 92m en la parte superior y 85m en la parte inferior y en la barrera Quirripango 720 en la parte superior y 680 en la parte inferior.
- Descolmatación en las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango cerca a la confluencia con el río Chicama, de esta forma se consigue la desembocadura del agua de las quebradas en forma eficiente y directa.
- Dos diques de retención, un dique en la Qda. Pampa Hermosa tiene la longitud de 132m y altura de 7.5m desde la superficie del terreno hasta la corona y uno en la Qda. Quirripango cuya longitud de 425m y altura de 8.0 m
- Cuatro diques de encauzamiento, dos en la Qda. Pampa Hermosa y dos en Qda. Quirripango
- Obras civiles

2 DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE N°3 QDAS. PAMPA HERMOSA Y QUIRRIPANO

2.1 Ubicación Geográfica y accesibilidad del proyecto

Políticamente la quebrada de Pampa Hermosa y Quirripango, se encuentran ubicadas en las regiones de la Libertad y Cajamarca, Provincia de Ascope, Distrito de Chicama.

Ilustración 2 Ubicación política en ámbito regional – Pampa Hermosa

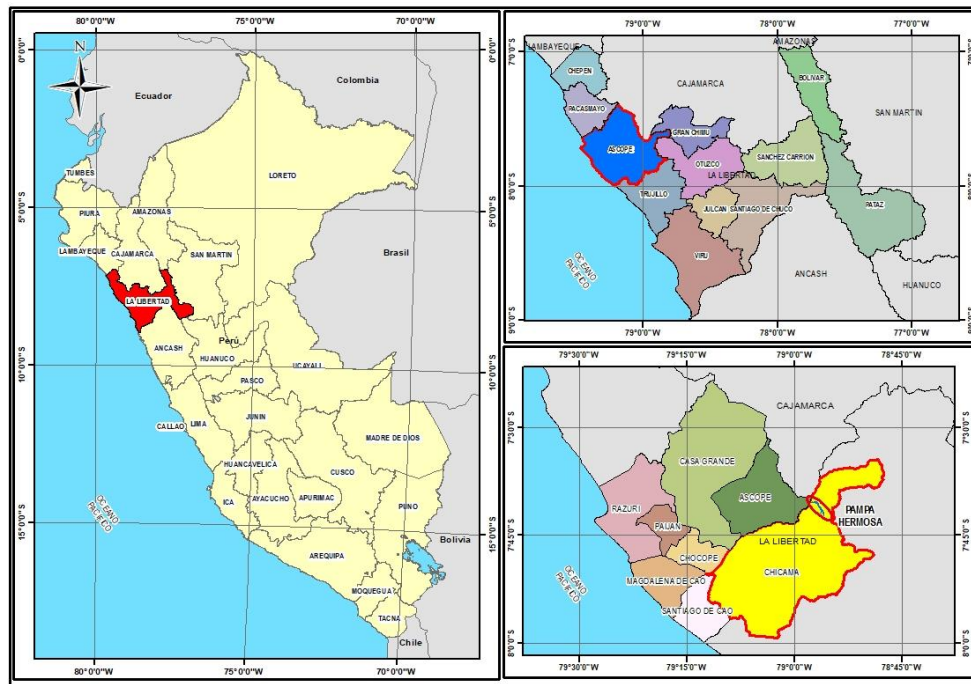
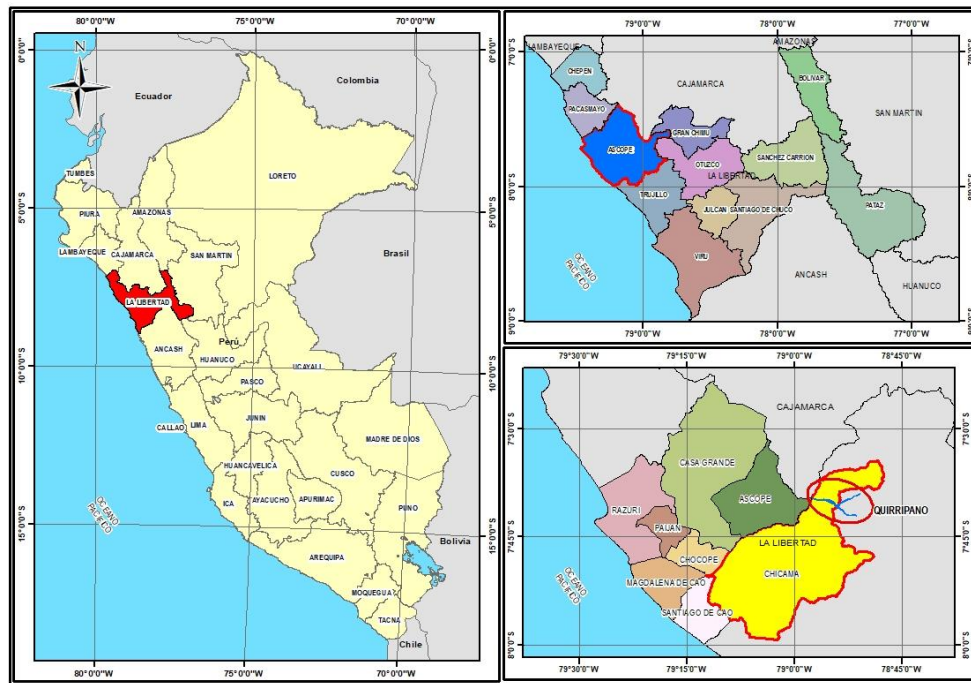


Ilustración 3 Ubicación política en ámbito regional – Quirripango



La ubicación geográfica del proyecto que involucra a la las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango; se indica en el siguiente Cuadro.

Cuadro 2 Coordenada quebrada Pampa Hermosa

Sector	Coordenadas UTM WGS84			
	Inicio		Fin	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Quebrada Pampa Hermosa	724851.39	9151426.17	727280.32	9149441.95

Cuadro 3 Coordenada quebrada Pampa Hermosa

Sector	Coordenadas UTM WGS84			
	Inicio		Fin	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Quebrada Quirripango	731440.76	9150687.44	724965.07	9152690.36

El acceso a las quebradas Pampa Hermosa y Quirripango, se logra a través del siguiente trayecto.

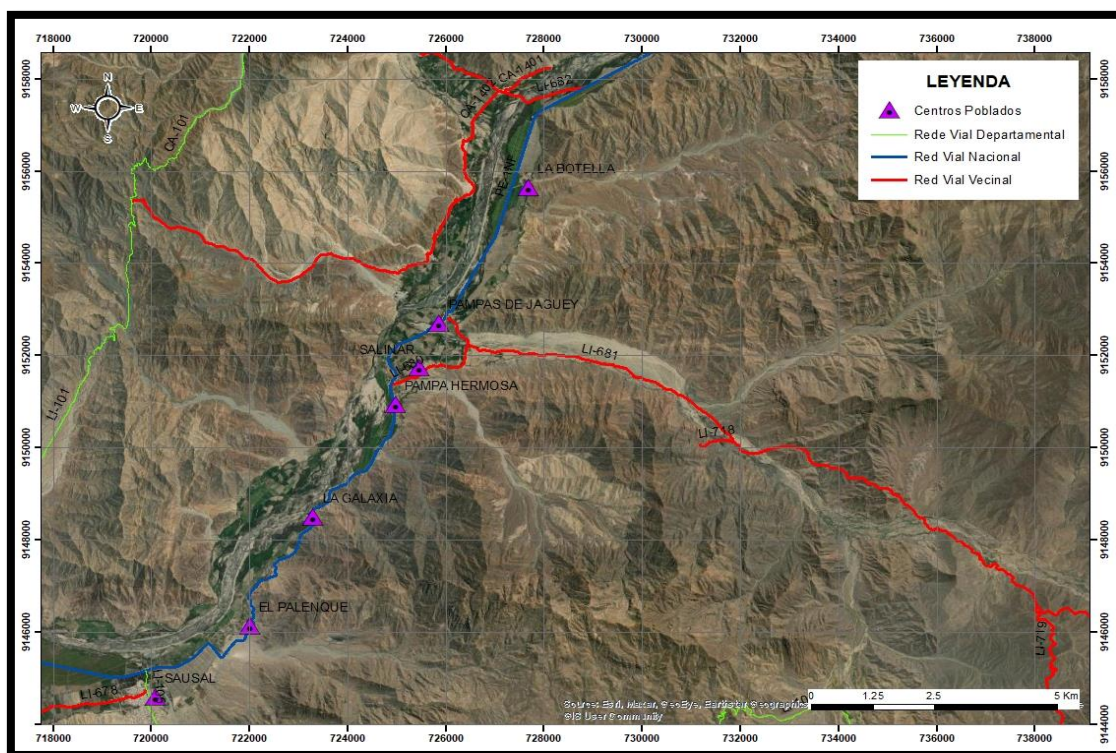
Cuadro 4 Vías de acceso a la Qda. Pampa Hermosa.

Desde	Hasta	Distancia Aprox. (Km)	Medio de Transporte	Tiempo (Hr)	Vías de Acceso
Lima	Trujillo	485.25	Terrestre	8	Panamericana Norte
Trujillo	Chicama	32.50	Terrestre	0.45	Asfaltado
Chicama	Confluencia	37.23	Terrestre	1	Asfaltado

Cuadro 5 Vías de acceso a la Qda. Quirripango

Desde	Hasta	Distancia Aprox. (Km)	Medio de Transporte	Tiempo (Hr)	Vías de Acceso
Lima	Trujillo	485.25	Terrestre	8	Panamericana Norte
Trujillo	Chicama	32.50	Terrestre	0.45	Asfaltado
Chicama	Confluencia	41.23	Terrestre	1.10	Asfaltado

Ilustración 4 Vías de acceso a la zona de estudio- Pampa Hermosa y Quirripango



2.2 Información General del Paquete 02 Qdas. Pampa Hermosa y Quirripiano.

El Paquete 02 está conformado por la Qda. Pampa Hermosa y la Qda. Quirripiano que ingresan al río Chicama. Encauzamientos se encuentra en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur.

Cuadro 6 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Pampa Hermosa

DIQUES	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PH-DR-MD	696	0+000	0+696	724506.99	9151203.81	725071.39	9151418.27
PH-DR-MI	520	0+000	0+520	724423.90	9151065.77	724880.01	9151274.76

Cuadro 7 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Quirripiano

DIQUES	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Q-DR-MD	335	0+000	0+335	725186.53	9152740.53	725507.95	9152695.38
Q-DR-MI	190	0+000	0+190	725157.545	9152699.132	725305.36	9152592.40

2.3 Criterios y procesos aplicados para el diseño final de las obras del Paquete 02 – Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango.

2.3.1 Red Geodésica Existente del Plan Integral

Según el informe técnico del plan integral, la Red Geodésica está formada por una red Primaria que fue conformada por 03 hitos medidos con equipos GNSS diferencial y enlazados a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) activa del IGN a través de una Estación de Rastreo Permanente (ERP) y por una red Secundaria conformada por 7 hitos monumentados y medidos con GPS, siendo enlazados a la red Primaria.

De acuerdo con el informe técnico HSA-2019-0029-ITC.00 Los puntos analizados tuvieron como punto de partida horizontal la ERP LL02 ubicado en la ciudad de Trujillo, y en vertical el model geoidal EGM 2008 ajustado al BM H-1 del IGN ubicado en la ciudad de Trujillo.

Para poder hacer una adecuada medición y comparación se debe tener en cuenta los movimientos que o variaciones en ambos sistemas de referencia.

En el caso horizontal hay que tener en cuenta que se actualizo la tarjeta de valores de la ERP en noviembre del 2020 encontrándose una variación menor a 1.5 cm en posición y en el caso de la altimetría los puntos tuvieron un ajuste altimétrico al modelo geoidal EGM 2008 de -0.206.

Tabla 1 Comparación de valores de tarjeta de ERP LL02

Año	Latitud			Longitud			Este	Norte	Elipsoidal
2019	8	5	53.78573	79	2	21.67820	716050.191	9104316.905	55.7106
2021	8	5	53.78623	79	2	21.67815	716050.193	9104316.889	55.7112
			0.00050			-0.00005	0.00130	-0.01530	0.00060

Tabla 2 Comparación cotas EGM2008 y cotas ajustadas al BM H-10

NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS						HAE (m)	UTM ZONA 17S		COTA EGM2008 AJUSTADO A BM IGN H-10 (m)
	LATITUD			LONGITUD				ESTE (m)	NORTE (m)	
LIB02070	7	53	44.14337	79	15	47.81588	49.594	691461.671	9126845.513	36.574
LIB02071	7	49	19.31921	79	10	13.14794	130.944	701749.092	9134938.056	117.381
LIB02072	7	46	12.46577	79	8	10.25806	178.319	705539.711	9140662.461	164.401
CH01	7	55	30.97051	79	16	5.00704	29.693	690921.410	9123565.736	16.576
CH02	7	52	19.61675	79	15	23.10201	62.241	692229.557	9129439.212	49.259
CH03	7	51	49.26604	79	13	47.66247	79.349	695157.225	9130359.387	66.240
CH04	7	49	52.48036	79	12	8.71011	108.402	698204.041	9133934.499	95.119
CH05	7	47	40.71480	79	10	11.28117	145.841	701819.440	9137967.298	132.262
CH06	7	47	21.02186	79	8	37.72698	163.970	704688.728	9138559.834	150.140

CH07	7	44	48.50497	79	6	29.96640	205.249	708624.525	9143228.505	191.011
------	---	----	----------	----	---	----------	---------	------------	-------------	---------

2.3.2 Red Geodésica Existente del Plan Integral

Previo al proceso de Verificación de los puntos se realizó un planeamiento de los trabajos a realizar en campo, obteniendo un numero teórico de puntos a remedir, siendo estos diferentes a lo que se hallaron en campo.

El siguiente panel muestra el procedimiento de búsqueda y remediación.

RED PRIMARIA

PUNTO LIB02070	RE-MEDICIÓN
	
PUNTO LIB02071	NO ENCONTRADO
	
PUNTO LIB02072	RE-MEDICIÓN

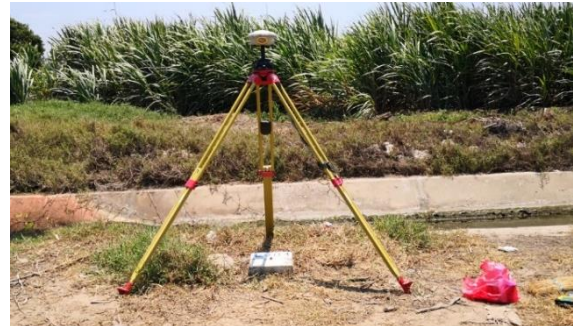


RED SECUNDARIA

PUNTO CH01



RE-MEDICIÓN



PUNTO CH02



RE-MEDICIÓN



PUNTO CH03	NO ENCONTRADO
	
PUNTO CH04	RE-MEDICIÓN
	
PUNTO CH05	RE-MEDICIÓN
	

La técnica de medición utilizada es el levantamiento estático de acuerdo a la norma técnica geodésica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de las especificaciones técnicas para el posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global.

El levantamiento estático se basa en colocar un receptor en un punto cuyas coordenadas son conocidas con precisión denominando a este receptor como Referencia. El otro receptor es colocado en el otro extremo de la línea base y es conocido como Móvil. Los datos son registrados en ambas estaciones en forma simultánea y con la misma frecuencia. Los receptores deben registrar datos durante un cierto periodo de tiempo y dependerá de la longitud de la línea, el número de satélites y la geometría (Dilución de la precisión o DOP). Una vez que se ha registrado suficiente información, los receptores se apagan y el Móvil se puede desplazar para medir la siguiente línea base y volver a comenzar la medición.

Los puntos que se mantienen en la actualidad de la red Primaria y Secundaria fueron observados bajo la técnica de medición de levantamiento estático son:

- LIB02070
- LIB02072
- CH01
- CH02
- CH04
- CH05

2.3.3 Estudio de topografía.

2.3.3.1 Trabajos topográficos en Etapa RIBA 3.

En la etapa Riba 3 se realizaron los siguientes entregables:

- D3015 – Topografía – Informe de validación de información del PI

2.3.3.2 Trabajos topográficos en Etapa RIBA 4.

Para esta etapa se levantará topografía de detalle, para de esta manera dar cumplimiento a los requisitos de diseño para la etapa Riba 4. Los procedimientos aplicables para la obtención de la información topográfica estarán enmarcados en las normas técnicas del IGN.

2.3.4 Estudio Hidrología y sedimentología

2.3.4.1 Información Hidrometeorológica

A. Qda. Pampa Hermosa

Para estimar el caudal máximo de la Quebrada Pampa Hermosa, se empleó el método Racional Modificado, este método se utiliza para determinar el caudal máximo a cuencas de drenaje con áreas menores a 770 Km², tal como indica el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La fórmula modificada del método racional es:

$$Q = \frac{CIA}{360} * K$$

Dónde: Q=Caudal máximo, en m³/s, C=Coeficiente de escorrentía, I=Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración (mm/hr), Área de la cuenca (has), K=Coeficiente de uniformidad, este parámetro se calcula con la siguiente relación:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

K es el coeficiente de uniformidad que pretende corregir el tiempo de concentración de la cuenca para tener en cuenta la variación de la precipitación neta a lo largo del tiempo.

El método asume que:

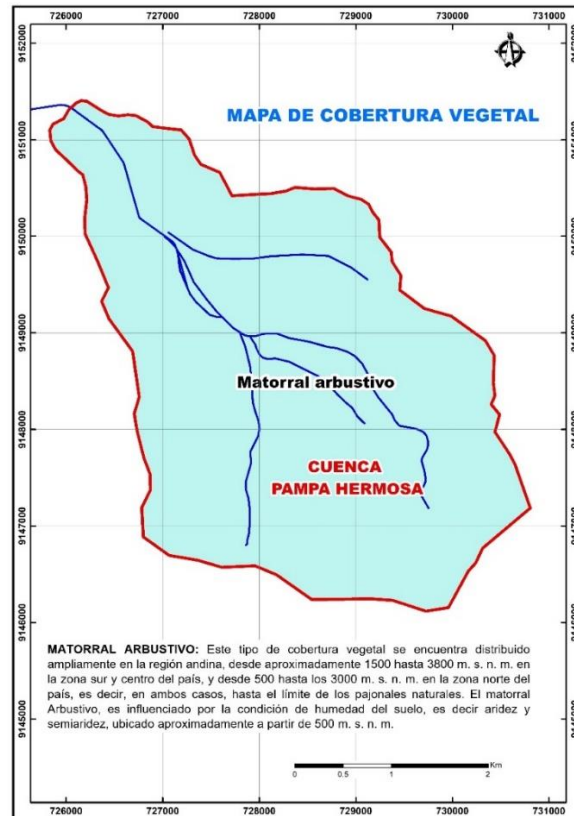
- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando ésta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es para la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

Para efectos de la aplicabilidad de la fórmula, el coeficiente de escorrentía “C” varía de acuerdo con las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca. La quebrada Pampa Hermosa presenta una cobertura vegetal baja, existe escasa vegetación en las zonas de montaña y en el cauce mismo, de acuerdo al mapa de cobertura vegetal es sin vegetación tal como se muestra en el mapa de cobertura vegetal, con un tipo de suelo permeable (ver mapa de tipos de suelos).

Ilustración 5 Cuenca Pampa Hermosa con Escasa Vegetación



Ilustración 6 Mapa de Cobertura Vegetal cuenca Pampa Hermosa



De acuerdo al mapa de pendientes de la cuenca Chicama, presentado en el estudio hidrológico D3031 - ENTREGABLE - HIDROLOGÍA - INFORME -HIDROLOGÍA - DISEÑO - RÍO CHICAMA, para la cuenca Pampa Hermosa, la pendiente promedio se encuentra en el rango **menor del 50% pero mayor al 20%**.

Ilustración 7 Mapa de Pendientes cuenca Pampa Hermosa

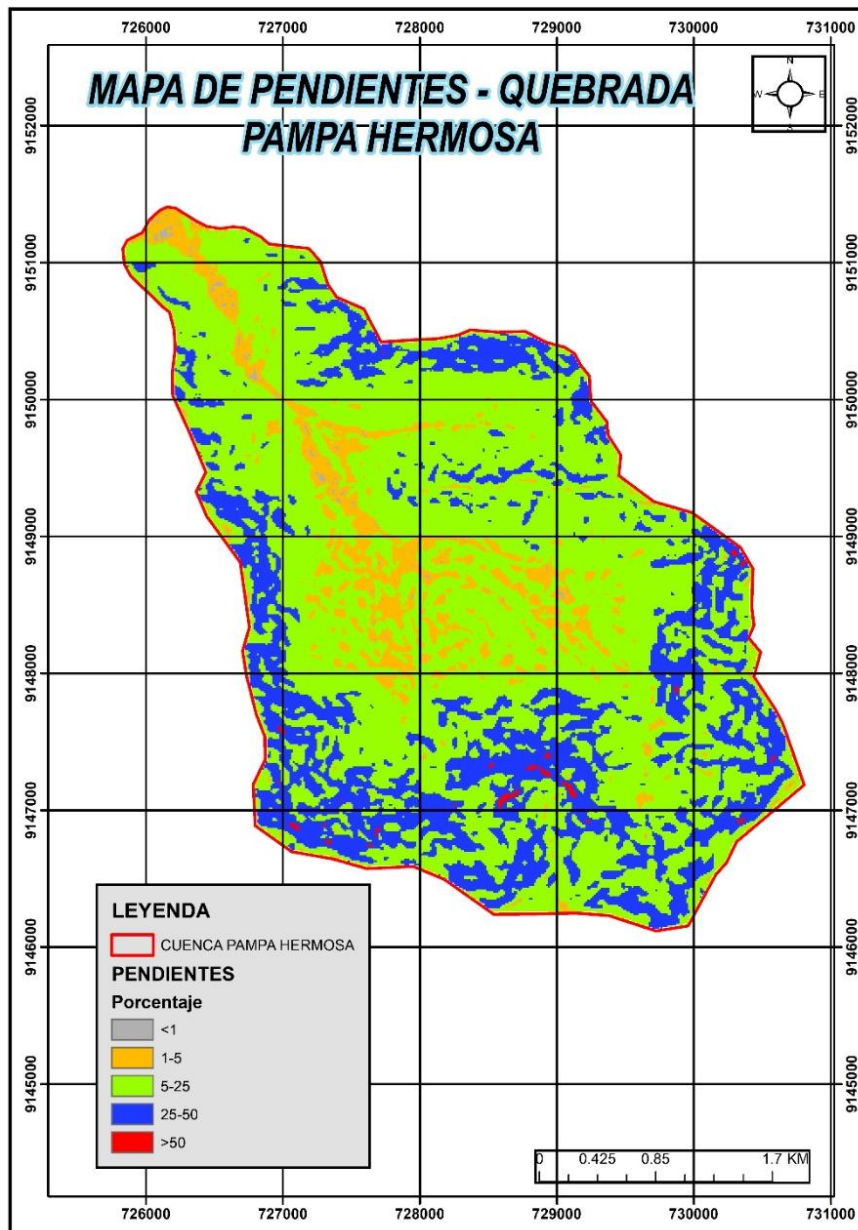
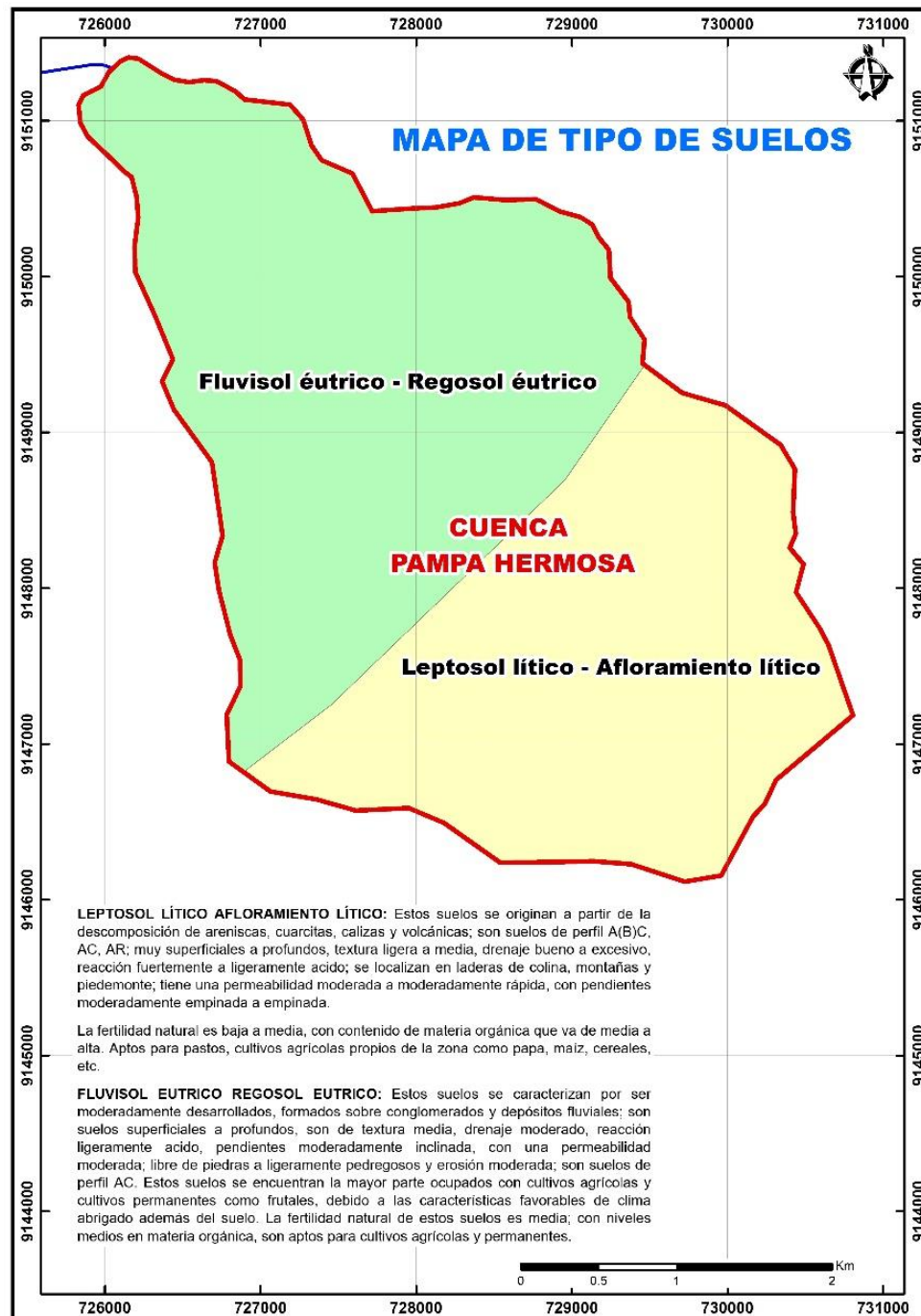


Ilustración 8 Mapa de tipo de suelos - cuenca Pampa Hermosa



De acuerdo a los valores de los parámetros antes descritos, se seleccionó del cuadro de valores del coeficiente de escorrentía un valor de escorrentía de 0.45, de acuerdo al siguiente cuadro:

cuadro 8 Valores del coeficiente de escorrentía

Valores del coeficiente de escorrentía						
Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC

A continuación, en el cuadro se presentarán los valores utilizados para el cálculo mediante el método racional:

cuadro 9 Caudales picos en puntos de interés - Con Cambio climático Escenario RCP 8.5

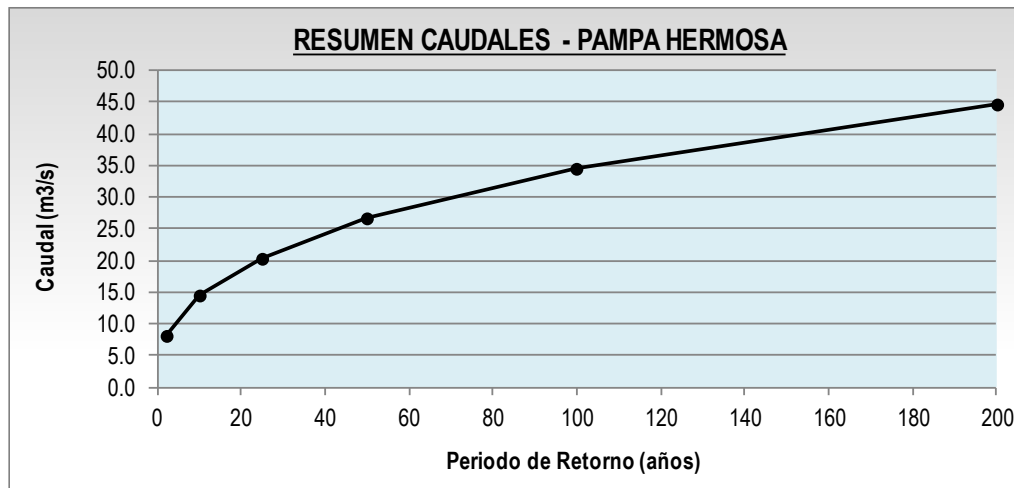
Tr (años)	A (has)	Tc(min)	C	K	I _{max} Cambio Clim. (mm/hr)	Q _{max} Cambio Clim. (m ³ /s)
2	1350.546	102.89	0.45	1.12	4.27	8.10
10	1350.546	102.89	0.45	1.12	7.73	14.65
25	1350.546	102.89	0.45	1.12	10.68	20.25
50	1350.546	102.89	0.45	1.12	14.08	26.70
100	1350.546	102.89	0.45	1.12	18.25	34.60
200	1350.546	102.89	0.45	1.12	23.64	44.81

En el cuadro 3 se presentan los caudales máximos con escenario de cambio climático RCP 8.5 calculados por el método racional en el punto de interés de Pampa Hermosa 1 que provienen del informe de hidrología D3031 - ENTREGABLE - HIDROLOGÍA - INFORME - HIDROLOGÍA - DISEÑO - RÍO CHICAMA (pág. 313- 314):

cuadro 10 Caudales picos en puntos de interés-Cambio climático – Escenario RCP 8.5

Resumen de caudales picos en puntos de Interés - Cambio Climático							
PUNTO	TR2	TR10	TR25	TR50	TR100	TR200	FEN 2017
INTERES	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Quebrada Pampa Hermosa 1	8.10	14.65	20.25	26.70	34.60	44.81	38.52

Ilustración 9 Caudales máximos Pampa Hermosa – Con Cambio Climático Escenario RCP 8.5



Se precisa que los cálculos de los caudales máximo se han estimado a través de la fórmula del método racional modificado. Para una mejor representación del flujo en el modelamiento hidráulico, la cuenca Pampa Hermosa se dividió en dos subcuencas. Es preciso indicar que los diques de retención propuestos se encuentran aguas abajo de la confluencia de los cauces de estas dos subcuencas, es decir el caudal total de la cuenca se presenta antes de la ubicación los diques, por lo que al dividir la cuenca no genera cambios representativos en los resultados del modelamiento.

Para efectos de modelación de la quebrada Pampa Hermosa, se emplearon dos (02) hidrogramas de entradas. Los caudales de las entradas se desagregaron proporcionalmente del caudal máximo total de la Qda. Pampa Hermosa, en base a su área de drenaje obtener el factor multiplicativo.

Entrada 2

Q1 = Caudal de microcuenca

A1 = Área de microcuenca = 2.12 Km²

Cuenca Pampa Hermosa

Q2 = Caudal de la Qda. Pampa Hermosa

A2 = Área total de la cuenca Qda. Pampa Hermosa = 13.51 Km²

$$\frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2}$$

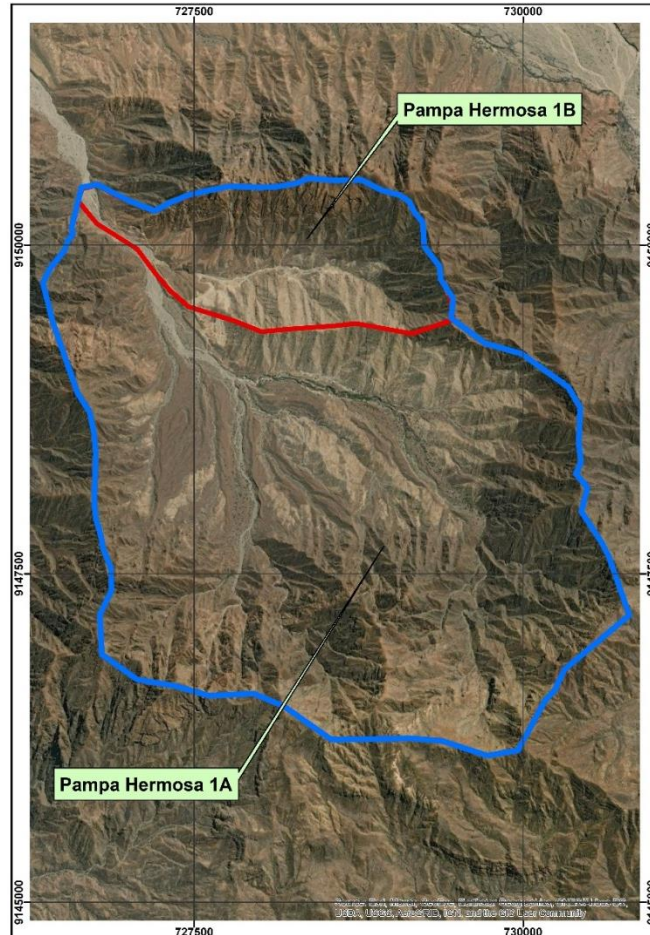
$$Q_1 = \frac{A_1 \cdot Q_2}{A_2}$$

$$Q_1 = \frac{2.12 \cdot Q_2}{13.51}$$

$$Q_1 = 0.16 Q_2$$

Por lo tanto, para la Entrada 1 le corresponde un factor de 0.84 del caudal total. A continuación, se presentan los caudales picos por entrada en la Qda. Pampa Hermosa.

Imagen 1 Sub Cuencas Quebrada Pampa Hermosa 1



B. Quebrada Quirripango

El modelo hidrológico HEC-HMS aplicado en el presente estudio es un modelo semidistribuido, es decir que las características morfológicas y climatológicas son consideradas como uniformes para cada una de las subcuencas delimitadas que conforman la cuenca del río Chicama. Para la obtención de estos hidrogramas se ha tenido en cuenta la influencia del cambio climático y el aporte de sedimentos.

En este capítulo se describe la metodología de trabajo desarrollada para la generación de los caudales de avenida en los puntos de interés de la cuenca del río Chicama, para diferentes periodos de retorno.

- **Modelo de la cuenca**

Para la modelación de la cuenca se definieron gráficamente la distribución de los elementos hidrológicos que incluye: subcuencas, tramos de tránsito, uniones y la salida del sistema. En cada elemento hidrológico se le asignó los parámetros y atributos correspondientes.

La configuración del modelo hidrológico de la cuenca Chicama está conformada por 89 elementos que comprenden: 31 subcuencas o unidades hidrográficas (subbasin), 19 uniones o confluencias (Junction), 19 tramos de tránsito (Reach) y una salida. A continuación, se muestra el esquema hidrológico desarrollado en el software HEC-HMS, para el proceso de la simulación de los caudales en función a las precipitaciones máximas que se han determinado anteriormente

Ilustración 10 Modelo Hidrológico HEC-HMS – quebrada Quirripango



Cuadro 11 Parámetros de entrada para el modelamiento hidrológico en cuencas

Cuenca	Área (km2)	NC	L (m)	J (m/m)	Tc (Hr) Temez	Tlag (Hr)	Tlag (min)
Quirripango	10.03	60.1	4783.60	0.064108	1.66	0.58	34.89

Cuadro 12 Parámetros de entrada para el modelamiento hidrológico en ríos

Río	At	S (m/m)	Ax (m)	Tv (Hr)	c	K (Hr)	x	Tlag min	n
Quirripapo	20	0.023290	2747.94	1.32	0.962828	0.46	0.32	28	1

- **Resultados del Modelamiento Hidrológico**

Con el ingreso de toda la información requerida en el Modelo Hidrológico HEC-HMS se procedió al cálculo de caudales máximos para diferentes periodos de retorno en las microcuencas del río Chicama y finalmente la determinación de los caudales de avenida.

Los resultados obtenidos del modelamiento hidrológico se resumen en el cuadro 6.

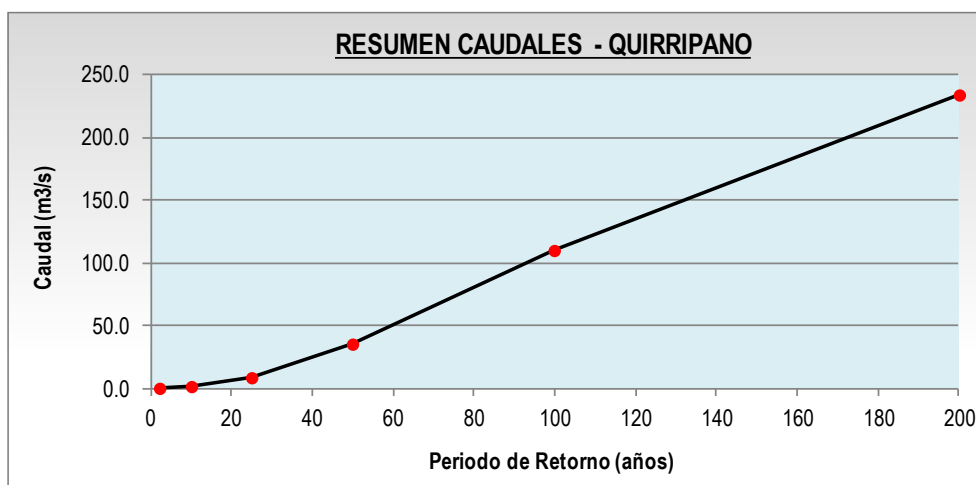
En el cuadro 6 se presentan los caudales máximos con escenario de cambio climático RCP 8.5 calculados en el HEC-HMS, dichos valores provienen del informe de hidrología D3031 - ENTREGABLE - HIDROLOGÍA - INFORME -HIDROLOGÍA - DISEÑO - RÍO CHICAMA (pág. 311):

Cuadro 13 Caudales picos en puntos de interés-Cambio climático escenario RCP 8.5

Resumen de caudales picos en puntos de Interés - Cambio Climático							
PUNTO	TR2	TR10	TR25	TR50	TR100	TR200	FEN 2017
INTERES	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Quebrada Quirripango	0.0	1.60	9.10	35.90	112.40	236.90	51.10

Se ha utilizado los caudales calculados en el informe hidrológico obteniéndose que para los periodos de retorno de Tr10 a Tr200 se han utilizado los caudales calculados en el punto Quirripango 1 y para el FEN 2017 se ha utilizado el caudal en el punto Quirripango 2, esto con fines de seguridad ante la ocurrencia de un evento extraordinario.

Ilustración 11 Caudales máximos Quirripango -Cambio Climático



El caudal máximo para 100 años de período de retorno de la Quebrada Quirripango es de 112.40 m³/s. La representación gráfica de hidrogramas de salida generados por el programa HEC-HMS para los puntos de interés se presentan a continuación:

- [Hidrogramas para Quirripango](#)

Ilustración 12 Caudales máximos Quirripango con cambio climático - Periodo de retorno de 10 años

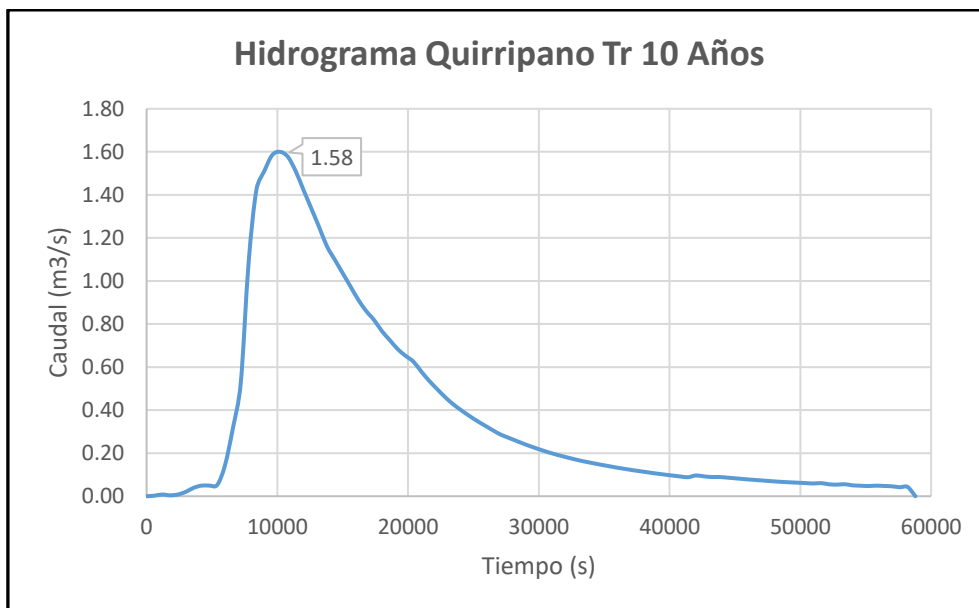


Imagen 2 Caudales máximos Quirripano con cambio climático - Periodo de retorno de 25 años

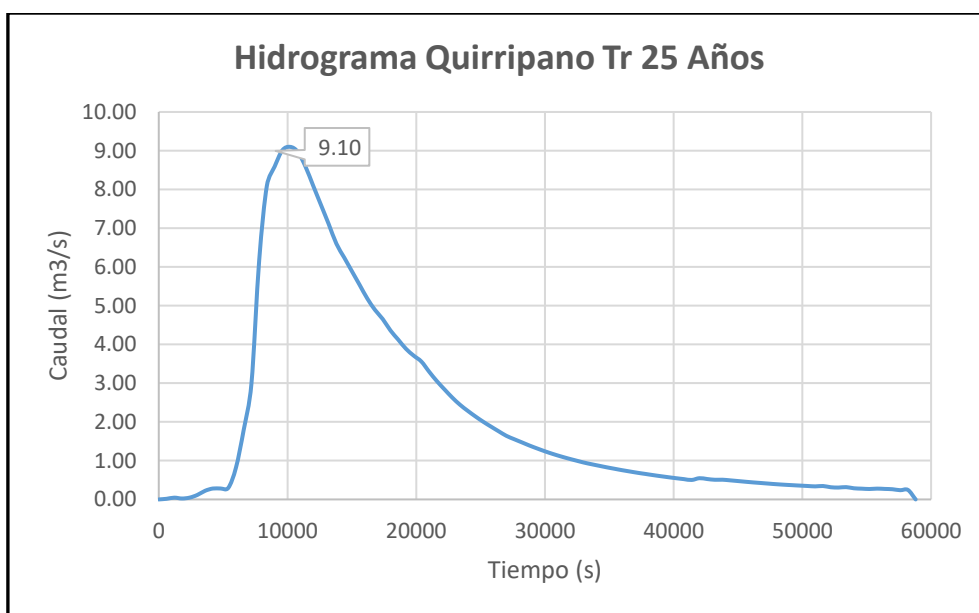


Ilustración 13 Caudales máximos Quirripano con cambio climático - Periodo de retorno de 50 años

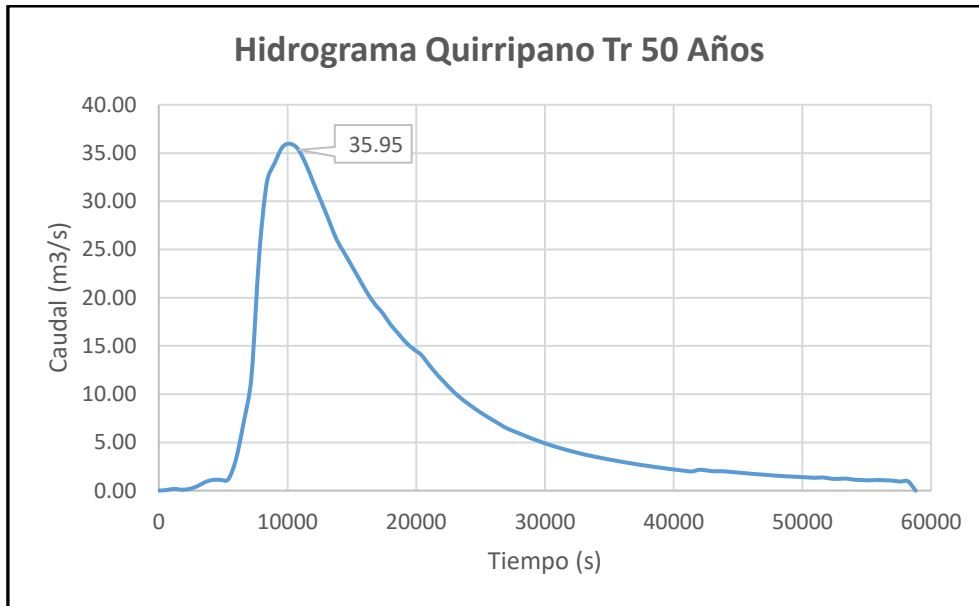


Ilustración 14 Caudales máximos Quirripano con cambio climático - Periodo de retorno de 100 años

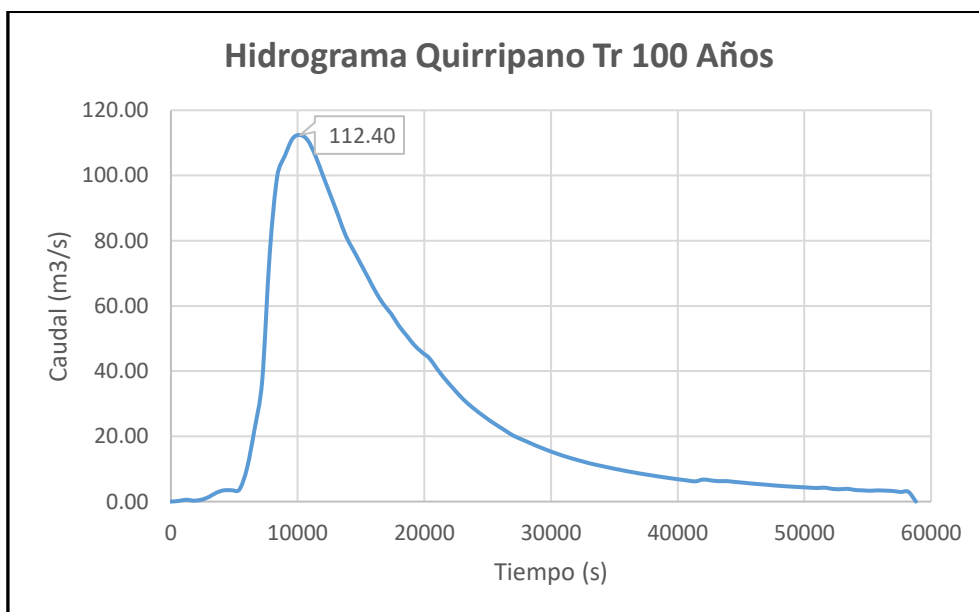


Ilustración 15 Caudales máximos Quirripano con cambio climático- Periodo de retorno de 200 años

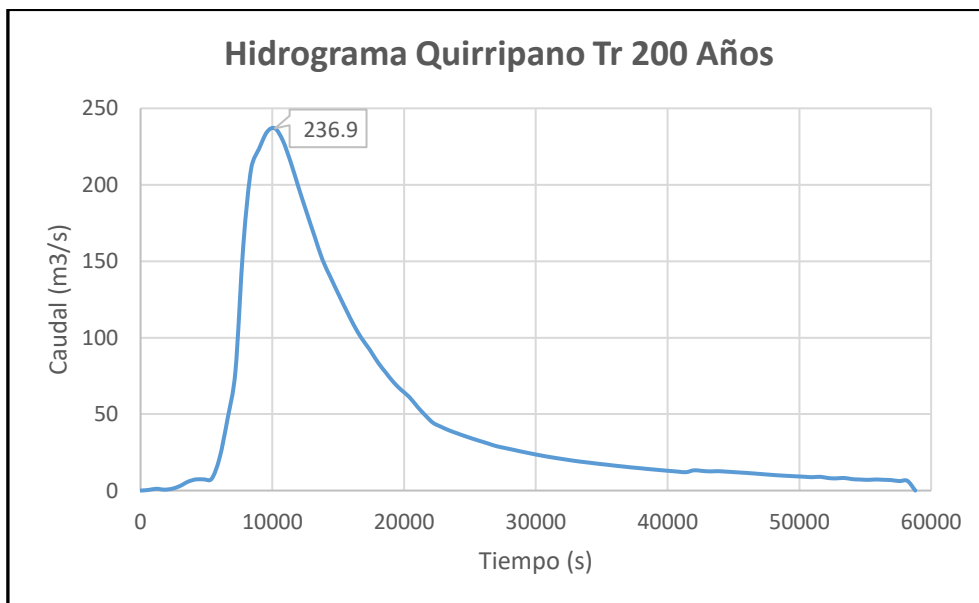
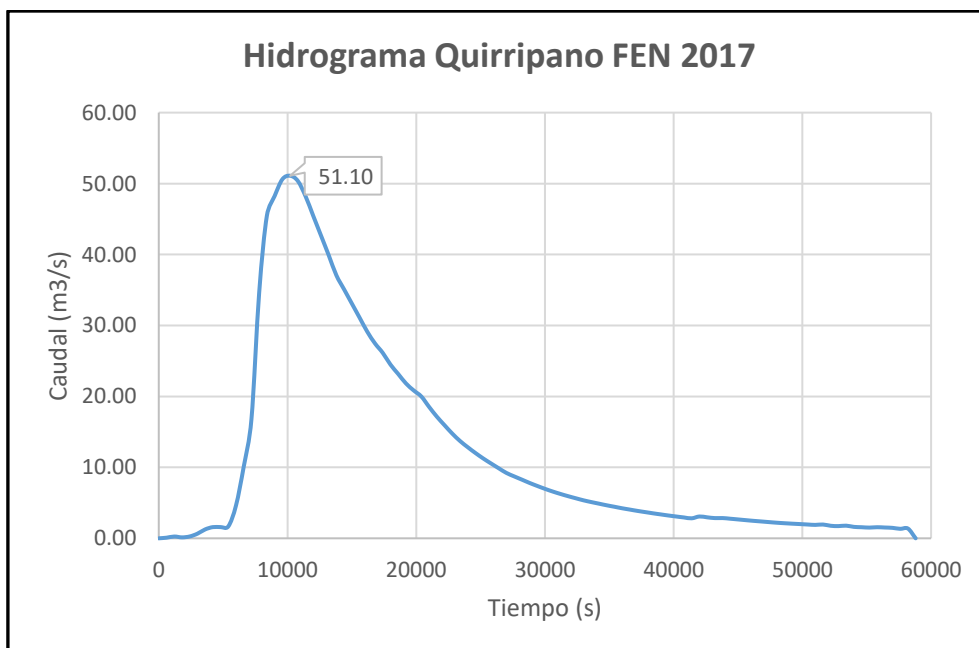


Ilustración 16 Caudales máximos Quirripano con cambio climático- FEN 2017



2.3.5 Estudio de geología y geomorfología

2.3.5.1 Aspecto geológicos y geomorfológicos

a) Geomorfología

Las geoformas principales en las quebrada Pampa Hermosa tenemos a montaña estructural de roca sedimentaria (RME-rs) que corresponde a Grupo Chicama - Formación Tinajones - Miembro Superior y a Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) que corresponde a los depósitos fluviales de corto transporte.

En la quebrada Quirripaño encontramos terrazas aluviales (T-al) que constituyen los aluviales antiguos y recientes, también la Llanura o planicie inundable (PI-i) que abarca los depósitos fluviales de largo recorrido.

b) Geología

En la elaboración del cartografiado geológico se ha detallado de manera local las unidades geológicas presentes en el Paquete 2 de la Quebradas Pampa Hermosa - Quirripaño, en esta ubicación tenemos en afloramiento al grupo Chicama – Formación Tinajones (Ki-t/s4) y los depósitos cuaternarios de aluviales (Q-al2 y Q-al1), depósitos fluviales (Q-fl), depósitos coluviales (Q-co) y los depósitos antropogénicos (Q-ant).

2.3.5.2 Investigación geotécnica de campo

El presente informe busca caracterizar los suelos de fundación donde se proyectan los diseños de las estructuras de protección para el Paquete 2 en las Quebradas Pampa Hermosa - Quirripaño; comprende la cimentación a las obras de Presa. Para ello se han realizado ensayos de prospección directas como indirectas, que nos determinan los parámetros geotécnicos para los diseños.

Según Plan de Investigaciones presentado se programaron cantidades determinadas de ensayos, es así como se presenta la siguiente tabla comparativa de ensayos.

Cuadro 14 Comparativa de ensayos programados y ejecutados

Paquete	Ensayo de campo	CAMPO		LABORATORIO
		Plan	ejecutado	Realizado
2	Calicatas	12	12	100%
	Refracciones Sísmicas	2070	2244	
	MAM	0	0	
	MASW	13	10	
	Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)	12	9	

Estos ensayos han tenido variación debido al avance de los diseños y a la optimización de ensayos según las estructuras proyectadas con el fin complementar la información.

2.3.5.2.1 Calicatas

Las ubicaciones de las calicatas fueron planteadas de acuerdo al TDR, donde señala una exploración geotécnica de calicata por cada 300m, además de zonas particulares de estudio como los diques, donde se requiere una identificación de terreno en la cual se asentarán las estructuras diseñadas.

La finalidad de las calicatas mecánicas o manuales es identificar y describir los diferentes tipos de materiales superficiales del terreno y estudiar la posible reutilización de los materiales. También se determinan los espesores de suelo y/o presencia de agua.

En las siguientes tablas se muestran las calicatas realizadas, su ubicación y nivel freático en caso de haberse detectado.

Cuadro 15 Coordenadas y datos de las calicatas

TABLA DE CALICATAS				
ESTRUCTURA	CODIGO	PROF. (m)	ESTE	NORTE
Encauzamiento	Q-E-CC-01	3.00	725137	9152699
Encauzamiento	Q-E-CC-02	1.80	725429	9152679
Encauzamiento	PH-E-CC-02	2.40	724705	9151258
Encauzamiento	PH-E-CC-03	2.50	724498	9151109
Encauzamiento	PH-E-CC-01	3.00	724994	9151399
Dique Pampa Hermosa 1	C-01	4.00	726937	9150057
Dique Pampa Hermosa 2	C-01	4.00	726444	9150966
Dique Quirripango 1	C-01 M-01	0-2.3m	729517	9152214
	C-01 M-02	2.3-4m		
	C-02 M-01	0-2.1m	729463	9152032
	C-02 M-02	2.1-4m		
	C-03 M-01	0-2.2m	729506	9151932
	C-03 M-02	2.2-4m		
Dique Quirripango	C-01	3.70	727610	9152402
	C-02	3.50	727626	9152141

*Se han ejecutado las 15 calicatas propuestas según el Plan de Investigación

*Se adjuntan en el Anexo de Registros de Calicatas, todos los documentos correspondientes a las calicatas realizadas.

Ilustración 17 Excavación de calicatas en las quebradas Quirripango



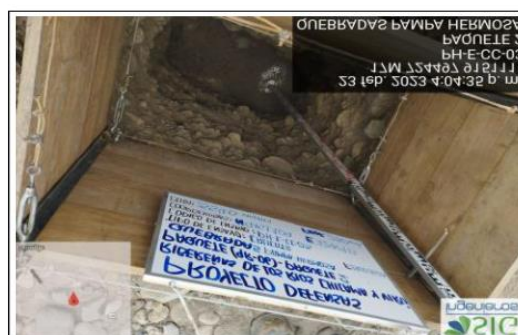
Ilustración 18 Material extraído de las calicatas.



Ilustración 19 excavación de calicatas en la Quebrada Pampa Hermosa



Ilustración 20 Muestras extraídas de las calicatas en la Quebrada Pampa Hermosa



C. Ensayos estándar

Se han llevado a cabo ensayos estándar siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM).

Cuadro 16 Resumen de resultados de las calicatas de Quebradas Pampa Hermosa y Quirripango

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	GRANULOMETRÍA ESTÁNDAR								
	Este	Norte				LL	LP	IP	W(%)	Gravas 3"-N°4	Arenas N°4- N°200	Finos <N°200	SUCS	ASSTHO
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	0	NP	NP	1.8	52.6	45.84	1.5	GP	A-1-a(0)
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	0	NP	NP	4	62.2	34.3	3.5	GP	A-1-a(0)
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	0	NP	NP	4.2	80	16.64	3.4	GP	A-1-a(0)
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	0	NP	NP	11.8	60.2	35.19	4.6	GP	A-1-a(0)
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	0	NP	NP	6.3	52.8	44.24	3	GP	A-1-a(0)
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	0	NP	NP	1.51	55	44	0.9	GP	A-1-a(0)
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	0	NP	NP	1.5	51.3	47.8	1	GP	-
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripango 1	0-2.3m	-	0	NP	NP	1.24	58	40	2	GP	A-1-a(0)
C-01 M-02				2.3-4m	-	0	NP	NP	2.49	62.7	34.7	2.6	GW	A-1-a(0)
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	0	NP	NP	2.72	61.1	36.3	2.7	GP	A-1-a(0)
C-02 M-02				2.1-4m	-	0	NP	NP	2.53	64.8	32.7	2.5	GW	A-1-a(0)
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	0	NP	NP	1.78	65.8	33	1.2	GW	A-1-a(0)
C-03 M-02				2.2-4m	-	0	NP	NP	1.88	64.4	34.3	1.3	GW	A-1-a(0)
C-01	727610	9152402	Dique Quirripango 2	0-3.7m	-	0	NP	NP	1.44	62	36.7	1.3	GP	A-1-a(0)
C-02	727626	9152141		0-3.5m	-	0	NP	NP	1.36	56.6	40.2	3.3	GP	A-1-a(0)

Los análisis de granulometrías estándar clasifican a estos suelos como gravas mal graduadas (GP) y gravas bien graduadas (GW) según la clasificación SUC y A-1-a; según clasificación ASSTHO, presenta un porcentaje de 2.3 % de finos en promedio con una plasticidad nula.

D. Ensayos de Corte Directo

Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar los parámetros de resistencia corte de Mohr-Coulomb (ángulo de fricción y cohesión) de una muestra de suelo consolidada y drenada.

Para la localización de puntos que serán sujetos de extracción de muestras para ensayos de corte directo, se han elegido sectores que, a criterio del geotécnico de campo presentan las siguientes consideraciones:

- Representatividad litológica y geotécnica del tramo; terrenos homogéneos serán evaluados en virtud de conocer sus parámetros geotécnicos.
- Sectores que expresen deficiencias geotécnicas del terreno como baja compacidad / consistencia, terrenos tales como aquellos donde se identifiquen depósitos eólicos o blandos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los ensayos de corte directo para las muestras obtenidas de las calicatas del paquete 2.

Cuadro 17 Resultado de ensayo de Corte Directo

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Corte Directo				
	Este	Norte				Cohesión (k/cm2) Máximo	Cohesión (k/cm2) Residual	Angulo Fricción (°) Máximo	Angulo Fricción (°) Residual	
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	0.14	0.13	34.6	35.1	
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	0.16	0.14	33.1	33.5	
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	0.08	0.07	25.3	25.7	
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	0.11	0.1	34.1	34.6	
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	0.01	0	29.6	30	
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	-	-	-	-	
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	-	-	-	-	
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripango 1	0-2.3m	-	0.1	-	39.95	-	
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	-	-	
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	-	-	-		
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	-	-	
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	0.16	-	39.76	-	
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	-	-	
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	0.11	-	38.54	-	
C-02	727626	9152141	Quirripango 2	0-3.5m	-	-	-	-	-	

E. Ensayos Triaxial CD

Esta prueba se realiza para determinar las propiedades mecánicas de suelos. Las construcciones de las estructuras proyectadas y aplicaciones similares tienen varios efectos en las estructuras del subsuelo y estos efectos son exitosamente simulados con pruebas triaxiales donde la relación de esfuerzo-deformación de un espécimen de suelo sin perturbaciones está investigada por someter la muestra de suelos a diferentes niveles de esfuerzo y condiciones de drenaje. Esta prueba se realizó en base a la norma ASTM D7181 y muestra los ángulos de fricción y cohesión.

Cuadro 18 Resultado de ensayo Triaxial

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Triaxial CD		
	Este	Norte				Cohesión (kg/cm2)	Ángulo de fricción (°)	
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	-	
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-	
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-	
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	-	-	
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	-	-	
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	0.16	35	
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	0.13	34	
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripango 1	0-2.3m	-	-	-	
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	0.17	34	
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	-	-	
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	-	-	
C-02	727626	9152141	Quirripango 2	0-3.5m	-	0.12	33	

F. CBR.

Se ha realizado el ensayo según la norma ASTM D1883 / MTC E 132 / NTP 339.145 / AASTHO T 193

Cuadro 19 Resultados de CBR

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	CBR		
	Este	Norte				al 100% de M.D.S (%) 0.1"	al 95% de M.D.S (%) 0.1"	al 90% de M.D.S (%) 0.1"
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	-	-
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-	-
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-	-
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	53.9	39.8	28.6
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	-	-	-
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	-	-	-
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	-	-	-
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripaño 1	0-2.3m	-	-	-	-
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	-
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	-	-	-
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	-
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	-	-	-
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	-
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	-	-	-
C-02	727626	9152141	Quirripaño 2	0-3.5m	-	-	-	-

G. Ensayos Químicos

Con el objetivo de estimar el grado de agresividad química del suelo, se ensayaron muestras representativas, obteniéndose los valores de pH, sales solubles totales, cloruros y sulfatos, regidos bajo las normas:

- Determinación de Sales Solubles en Suelo (NTP 339.152 - BS 1377)
- Determinación de Sulfatos Solubles en Suelo (NTP 339.178 - AASHTO T290)
- Determinación de Cloruros Solubles en Suelo (NTP 339.177 - AASHTO T291)
- Determinación de pH en Suelo (MTC E 129)

Cuadro 20 Resultados de Análisis Químico

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Análisis Químico			
	Este	Norte				Sales (%)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	0.22	0.062	0.053	7.94
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-	-	-
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-	-	7.58
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	-	-	-	7.71
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	0.183	0.062	0.031	-
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	G:0.019/F:0.040	G:0.165/F:0.288	G:0.007/F:0.011	6.8
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	G:0.029/F:0.002	G:0.123/F:0.247	G:0.011/S:0.016	7
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripaño 1	0-2.3m	-	G:0.030/F:0.040	G:0.082/F:0.123	G:0.009/F:0.014	7.1
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	-	-
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	G:0.010/F:0.020	G:0.123/F:0.247	G:0.011/F:0.014	7.3
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	-	-
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	G:0.030/F:0.030	G:123/F:0.165	G:0.005/F:0.007	7.2
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	-	-
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	G:0.020/F:0.039	G:0.123/F:0.165	G:0.009/F:0.011	7.3
C-02	727626	9152141	Quirripaño 2	0-3.5m	-	G:0.010/F:0.040	G:0.165/F:0.123	G:0.005/F:0.009	6.9

H. Ensayos de Materia orgánica por ignición.

El ensayo de Materia Orgánica por Ignición según la norma MTC E 118/AASHTO T-267.

Cuadro 21 Resultado de Materia orgánica por Ignición

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	M.Orgánica por Ignición (%)	
	Este	Norte					
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	-	
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	0.35	
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	1.02	
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	0.82	
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripaño 1	0-2.3m	-	0.93	
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	0.76	
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	0.75	
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	0.68	
C-02	727626	9152141	Quirripaño 2	0-3.5m	-	1.1	

I. Ensayos Peso unitario

Se realiza este ensayo basado en la norma MTC E 203, NTP 400.017

Cuadro 22 Resumen de Ensayos de Peso Unitario

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	PESO UNITARIO Agregado Grueso				PESO UNITARIO Agregado Fino			
	Este	Norte				SUELTO SECO (g/cm³)	SUELTO HUMEDO (g/cm³)	COMPACTADO SECO (g/cm³)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm³)	SUELTO SECO (g/cm³)	SUELTO HUMEDO (g/cm³)	COMPACTADO SECO (g/cm³)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm³)
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	1.55	1.578	1.61	1.639	1.612	1.641	1.735	1.766
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	1.538	1.543	1.732	1.738	1.55	1.560	1.763	1.775
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	1.597	1.600	1.614	1.617	1.57	1.638	1.787	1.796
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	1.618	1.628	1.817	1.828	1.571	1.581	1.796	1.807
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	1.586	1.591	1.771	1.776	1.525	1.529	1.738	1.743
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripiano 1	0-2.3m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-02 M-01				0-2.1m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-03 M-01	729506	9151932	Dique Quirripiano 2	0-2.2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-02	727626	9152141	Dique	0-3.5m	-	-	-	-	-	-	-	-	-

J. Ensayos de Proctor modificado.

Se realiza este ensayo basado en la norma ASTM D 1557 / NTP 339.141 / MTC E 115 / ASSTHO T 180.

Cuadro 23 Ensayo de Proctor modificado

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Proctor Modificado	
	Este	Norte				Densidad máxima (gr/cm³)	Humedad óptima (%)
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	-
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	2.286	7
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	-	-
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	2.18	6.4
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	2.173	6.69
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripano 1	0-2.3m	-	2.224	6.63
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	-	-
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	2.206	6.7
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	2.216	7.14
C-02	727626	9152141	Quirripano 2	0-3.5m	-	-	-

K. Ensayos de peso específico y absorción

El ensayo de Peso Específico y Absorción de agregados gruesos según la norma MTC 206, ASTM C127.

Cuadro 24 resultados de específico y absorción

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Peso Específico Agreg. Grueso	Peso Específico Agreg. Fino				
	Este	Norte				Peso específico Gs20	Peso Especifico G320	% Retenido en tamiz N°4	% Pasante en tamiz N°4	Promedio de Peso Específico G320	
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	-	-	-	-	
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-	-	-	-	
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-	-	-	-	
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	-	-	-	-	-	
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	-	-	-	-	-	
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	2.72	2.74	2.72	2.74	2.73	
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	2.74	2.71	2.74	2.71	2.72	
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripaño 1	0-2.3m	-	2.72	2.76	2.72	2.76	2.74	
C-01 M-02				2.3-4m	-	-					
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	2.73	2.75	2.73	2.75	2.74	
C-02 M-02				2.1-4m	-	-					
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	2.74	2.75	2.74	2.75	2.74	
C-03 M-02				2.2-4m	-	-					
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	2.74	2.76	2.74	2.76	2.75	
C-02	727626	9152141	Quirripaño 2	0-3.5m	-	2.7	2.73	2.7	2.73	2.71	

L. Ensayos de Densidad de Campo

Se ha ejecutado el ensayo de densidad de campo de acuerdo a la Norma MTC-E 117

Cuadro 25 resultados de específico y absorción

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	DENSIDAD DE CAMPO (Metodo del cono de arena)					
	Este	Norte				Peso del fraco + Arena (grs.)	Peso del fraco + Arena sobrante (grs.)	Peso del tarro + Suelo + Grava (grs.)	Peso retenido en el tamiz 3/4" grs (Nº4)	Densidad Húmeda (gr/cm3)	Densidad Seca (gr/cc)
PH-E-CC-01	724994	9151399	M-01	3.00	-	-	-	-	-	-	-
PH-E-CC-02	724705	9151258	M-01	2.40	2.35	-	-	-	-	-	-
PH-E-CC-03	724498	9151109	M-01	2.50	2.45	-	-	-	-	-	-
Q-E-CC-01	725137	9152699	M-01	3.00	-	-	-	-	-	-	-
Q-E-CC-02	725429	9152679	M-01	1.80	1.70	-	-	-	-	-	-
C-01	726937	9150057	Dique	0-4m	-	7750	2441	5230	890	1.829	1.801
C-01	726444	9150966	Dique	0-4m	-	7750	2320	5485	753	1.882	1.854
C-01 M-01	729517	9152214	Dique Quirripaño 1	0-2.3m	-	7750	2275	5420	455	1.867	1.844
C-01 M-02				2.3-4m	-	-	-	-	-	-	-
C-02 M-01	729463	9152032		0-2.1m	-	7750	2320	5410	485	1.883	1.833
C-02 M-02				2.1-4m	-	-	-	-	-	-	-
C-03 M-01	729506	9151932		0-2.2m	-	7750	2334	5410	549	1.853	1.821
C-03 M-02				2.2-4m	-	-	-	-	-	-	-
C-01	727610	9152402	Dique	0-3.7m	-	7730	2370	5350	688	1.874	1.847
C-02	727626	9152141	Quirripaño 2	0-3.5m	-	7750	2334	5365	617	1.858	1.833

M. Columnas estratigráficas.

Se presentan los perfiles estratigráficos de las calicatas ejecutadas para el Paquete 2: Quebradas Pampa Hermosa – Quirripaño.

Ilustración 21 Columna estratigráfica de la calicata Q-E-CC-01

Profundidad	m	Muestra	Simbología	Clasificación		N.F.	Descripción de los materiales
				SUCS	AASHTO		
0.00 - 0.20		-		OL			De 0.00 a 0.20: Material Limos orgánicos (OL), presencia de raíces, de consistencia blanda, color marrón oscuro, humedad seca y de baja plasticidad.
0.20 - 1.80		Q-E-CC-01-M01		GP			Estrato, de 0.20 - 1.80 m: Grava pobremente gradada (GP), presenta un 65% de Grava, 32% de arena y menos de un 3% de finos, marrón oscuro, humedad saturada, compacidad densa, clasto subredondeado y heterométricos, arena de grano fino a medio, composición polimítica, presenta un 5% de bolonería de volumen total, tamaño máximo de bolonería es de 20". Estructura homogénea. Depósito de Origen Aluvial.
N.F.						N.F.	

Ilustración 22 Columna estratigráfica de la calicata PH-E-CC-02

Profundidad	m	Muestra	Simbología	Clasificación		N.F.	Descripción de los materiales
				SUCS	AASHTO		
0.00 - 2.40		PH-E-CC-02-M01		GP			Estrato, de 0.00 - 2.40 m: Grava pobremente gradada (GP), presenta un 65% de Grava, 35% de arena, gris claro, humedad saturada, compacidad medianamente densa, angulosidad subredondeada, clastos heterométricos, arena de grano fino a medio, composición polimítica, presenta un 5% de bolonería de volumen total, tamaño máximo de bolonería es de 15". Estructura homogénea. Depósito de Origen Aluvial.
N.F.						N.F.	

2.3.5.2.2 Perforaciones Diamantina.

Son métodos de prospección directa para el reconocimiento del subsuelo, de ello se tendrá muestra de terreno a mayor profundidad para realizar ensayos en el laboratorio y poder identificar los materiales sobre los que se asentaran las estructuras, empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico y poder conocer sus propiedades físicas y mecánicas; permiten la inspección directa del subsuelo que se desea estudiar, este es un método de exploración geotécnica que normalmente entrega la información más confiable y completa.

Para el proyecto se priorizará realizar en los lugares donde sea accesible la perforadora, las razones principales por las que se desarrollan los sondeos es conocer y validar el perfil de los diques existentes (donde aplique) y conocer el material de fundación donde se implementaran los nuevos diques según corresponda, ya que las calicatas al tener una profundidad máxima de 4m, no siempre

se asegura esta profundidad por la condiciones en campo, por lo cual con los sondeos aseguramos esta profundidad y así identificar las características físicas y de resistencia de los suelos de fundación.

Se realizaron 2 perforaciones diamantinas con ensayos SPT y cono Peck cada

En la siguiente tabla se muestra los sondeos realizados para el presente paquete y su ubicación.

Cuadro 26 Coordenadas y datos de los sondeos.

TABLA DE SONDEOS			
CODIGO	PROF. (m)	ESTE	NORTE
Q-D2-PE-01	9.50	729487	9152124
Q-D1-PE-01	10.00	727607	9152269

Se presentan el resumen de los resultados obtenidos de las muestras de las perforaciones diamantinas correspondientes a todas las perforaciones ejecutadas, de la misma forma.

Cuadro 27 Resultado de laboratorio de perforaciones

PAQUETE	Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	GRANULOMETRÍA ESTÁNDAR								Corte Directo				PESO UNITARIO Agregado Grueso				PESO UNITARIO Agregado Fino					
		Este	Norte				LL	LP	IP	W(%)	Gravas 3"-N°4	Arenas N°4-N°200	Finos <N°200	SUCS	ASSTHO	Cohesión (k/cm2) Máximo	Cohesión (k/cm2) Residual	Angulo Fricción (°) Máximo	Angulo Fricción (°) Residual	SUELTO SECO (g/cm3)	SUELTO HUMEDO (g/cm3)	COMPACTADO SECO (g/cm3)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm3)	Contenido de Humedad	SUELTO SECO (g/cm3)	SUELTO HUMEDO (g/cm3)	COMPACTADO SECO (g/cm3)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm3)
PAQUETE 2	Q-D2-PE-01	729487	9152124	M-01	0-4.5	-	0	NP	NP	1.6	36.9	54.38	8.7	SP-SM	A-1-b(0)	0.17	0.17	31.9	31.9	1.603	1.606	1.816	1.820	0.19	1.669	1.673	1.833	1.837
				M-02	5.5-9.5	-	0	NP	NP	0.8	40	52.31	7.7	SP-SM	A-1-b(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Q-D1-PE-01	727607	9152269	M-01	0-4.2	-	0	NP	NP	0.5	35.2	58.31	6.5	SP-SM	A-1-b(0)	0.17	0.17	31.4	31.4	1.568	1.572	1.793	1.799	0.3	1.597	1.602	1.813	1.818
				M-02	5.4-10	-	0	NP	NP	0.5	33.9	58.02	8.1	SP-SM	A-1-b(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.3.5.2.3 Prospecciones Geofísicas

En cada dique proyectado se ha ejecutado ensayos geofísicos tales como refracciones sísmicas, MASW y SEV, las cuales nos permitirá verificar la distribución de los estratos en el terreno de cimentación y estimar los niveles de rigidez, a partir de la medición de la variación de las velocidades S y P con la profundidad además de las zonas saturadas. A continuación, se muestra los ensayos realizados:

A. Ensayos Refracciones Sísmicas

El Ensayo de Refracción Sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (ondas P), generadas por una fuente de energía impulsiva, esta energía se propaga a través del subsuelo y es recibida en forma de señal por medio de sensores (o geófonos) organizados en una línea recta, esta configuración es llamada shot.

Cuadro 28 Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica (según Arce Helberg (1990))

Línea	Estrato	VP (m/s)	Espesor (m)	Descripción
Q-D2-LS-01	1	400 - 1200	7.6	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	14.5	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	7.9	Materiales densos a muy densos
Q-D2-LS-2A	1	400 - 1200	6.37	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	15.58	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	8.05	Materiales densos a muy densos
Q-D2-LS-2B	1	400 - 1200	5.65	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	22.14	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	2.21	Materiales densos a muy densos
Q-D2-LS-2C	1	400 - 1200	9.9	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	10.89	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	9.21	Materiales densos a muy densos
Q-D2-LS-03	1	400 - 1200	7.89	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	22.11	Materiales de mediana compacidad
Q-D1-LS-1A	1	400 - 1200	10.4	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	17.6	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	2	Materiales densos a muy densos

Línea	Estrato	VP (m/s)	Espesor (m)	Descripción
Q-D1-LS-1B	1	400 - 1200	9.5	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	15.45	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	5.05	Materiales densos a muy densos
Q-D1-LS-1C	1	400 - 1200	7.88	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	18.7	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	3.42	Materiales densos a muy densos
Q-D1-LS-02	1	400 - 1200	4.9	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	25.1	Materiales de mediana compacidad
Q-D1-LS-3A	1	400 - 1200	4.94	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	18.96	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	6.1	Materiales densos a muy densos
Q-D1-LS-3B	1	400 - 1200	6.55	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	23.45	Materiales de mediana compacidad
Q-E-LS-1	1	400 - 1200	8.33	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	11.67	Materiales de mediana compacidad
PH-D2-LS-1	1	400 - 1200	7.9	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	8.2	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	13.9	Materiales densos a muy densos
PH-D2-LS-2	1	400 - 1200	6.1	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	6.4	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	17.5	Materiales densos a muy densos
PH-D2-LS-3	1	400 - 1200	6.1	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	4.6	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	19.3	Materiales densos a muy densos

Línea	Estrato	VP (m/s)	Espesor (m)	Descripción
PH-D1-LS-1	1	400 - 1200	7.8	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	7.4	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	14.8	Materiales densos a muy densos
PH-D1-LS-2	1	400 - 1200	6.7	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	5	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	18.3	Materiales densos a muy densos
PH-D1-LS-3	1	400 - 1200	4.56	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	5.83	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	19.61	Materiales densos a muy densos
PH-E-LS-1	1	400 - 1200	6	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	10.34	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	13.66	Materiales densos a muy densos

*profundidad de investigación hasta 30m

B. Ensayos Masw

Este método de campo fue desarrollado en los años 90s por Choon Park y colaboradores. El ensayo MASW es un método activo de exploración geofísica que permite obtener el perfil unidimensional del suelo en función de la propagación de las ondas de corte "Vs". El ensayo consiste en registrar los tiempos de viaje de las ondas de corte (ondas S), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados en cada extremo del tendido de la línea.

Cuadro 29 Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84 (según Norma E.030 – 2020).

Ensayo	Estrato	Vs (m/s)	Espesor (m)	Prof. (m)	Descripción
Q-D1-MW-01	1	434.9	8.9	0.00 - 8.90	Materiales de compacidad suelta a media
	2	678.68	17.89	8.90 - 26.79	Materiales de mediana compacidad
	3	900.9	3.21	26.79 - 30.00	Materiales densos a muy densos

Ensayo	Estrato	Vs (m/s)	Espesor (m)	Prof. (m)	Descripción
Q-D1-MW-02	1	589.28	8.9	0.00 - 8.90	Materiales de compacidad suelta a media
	2	786.25	17.89	8.90 - 26.79	Materiales de mediana compacidad
	3	1125.03	3.21	26.79 - 30.00	Materiales densos a muy densos
Q-D1-MW-03	1	593.63	5.27	0.00 - 5.27	Materiales de compacidad suelta a media
	2	480.69	18.47	5.27 - 23.74	Materiales de mediana compacidad
	3	817.83	6.26	23.74 - 30.00	Materiales densos a muy densos
Q-D2-MW-01	1	482.15	7	0.00 - 7.00	Materiales de compacidad suelta a media
	2	631.71	13.85	7.00 - 20.85	Materiales de mediana compacidad
	3	784.51	9.15	20.85 - 30.00	Materiales densos a muy densos
Q-D2-MW-02	1	493.92	8.9	0.00 - 8.90	Materiales de compacidad suelta a media
	2	521.64	11.95	8.90 - 20.85	Materiales de mediana compacidad
	3	-	9.15	20.85 - 30.00	Materiales densos a muy densos
Q-D2-MW-03	1	596.4	10.96	0.00 - 10.96	Materiales de compacidad suelta a media
	2	756.27	19.04	10.96 - 30.00	Materiales de mediana compacidad
Q-E-MW-01	1	406.73	7	0.00 - 7.00	Materiales de compacidad suelta a media
	2	485.04	16.74	7.00 - 23.74	Materiales de mediana compacidad
	3	739.19	6.26	23.74 - 30.00	Materiales densos a muy densos

Ensayo	Estrato	Vs (m/s)	Espesor (m)	Prof. (m)	Descripción
PH-D1-MW-01	1	427.11	7	0.00 - 7.00	Materiales de compacidad suelta a media
	2	727.33	3.96	7.00 - 10.96	Materiales de mediana compacidad
	3	1283.06	19.04	10.96 - 30.00	Materiales densos a muy densos
PH-D2-MW-01	1	489.01	7	0.00 - 7.00	Materiales de compacidad suelta a media
	2	893.97	6.19	7.00 - 13.19	Materiales de mediana compacidad
	3	955.67	16.81	13.19 - 30.00	Materiales densos a muy densos
PH-D2-MW-01	1	489.01	7	0.00 - 7.00	Materiales de compacidad suelta a media
	2	893.97	6.19	7.00 - 13.19	Materiales de mediana compacidad
	3	955.67	16.81	13.19 - 30.00	Materiales densos a muy densos

C. Ensayos SEV

De acuerdo al requerimiento del TDR se prevé la realización de ensayos SEV en zonas donde se ubicarán las estructuras propuestas para conocer mediante métodos indirectos la naturaleza del substrato rocoso o de suelos donde se apoyarán dichas estructuras con dichos ensayos. También con este ensayo se conoce, mediante la distribución de la resistividad aparente y conductividad eléctrica de las rocas y los suelos, la presencia de posibles niveles freáticos en la zona de proyecto y el contacto entre materiales rocosos y granulares.

Cuadro 30 Resultados de SEV – paquete 02

N.º	H1		H2		H3		H4	
	ρ_1	Z1	ρ_2	Z2	ρ_3	Z3	ρ_4	Z4
Q-D2-SV-01	14.0	1.5	468.0	10.5	95.0	44.0	67.0	
Q-D2-SV-02	101.0	1.7	430.0	12.0	107.0	30.0	716.0	
Q-D2-SV-03	20.0	1.5	729.0	9.5	26.0	17.9	652.0	
Q-D1-SV-01	47.0	1.5	223.0	10.0	37.0	72.0	319.0	
Q-D1-SV-02	30.0	1.5	61.0	9.0	21.0	49.0	347.0	
PH-D2-SV-01	18.0	2.5	346.0	14.5	11.0	64.0	991.0	
PH-D1-SV-01	18.0	2.5	364.0	10.0	56.0			

Q-E-SV-01	152.0	1.5	43.0	71.0	319.0			
PH-E-SV-01	251.0	4.1	96.0	55.5	757.0			

ρ_1 (ohm*m): Resistividad del estrato H1

Z1 (m): Espesor del estrato H1

H1: Estrato 1

2.3.5.3 Capacidad Portante

Las cimentaciones superficiales como zapatas y/o losas de cimentación deben ser dimensionadas y diseñadas de tal manera que el suelo o roca de soporte proporcione una resistencia nominal adecuada, teniendo en cuenta el potencial de capacidad de carga adecuada y el potencial de asentamiento, bajo los estados límite aplicables de conformidad con las disposiciones establecidas en la normativa legal vigente. En zapatas o cimientos superficiales cargados excéntricamente, el diseño geotécnico tanto para la capacidad de carga como para el asentamiento debe considerar un área efectiva ($B' \times L'$) dentro de los límites físicos del cimiento, así mismo estos cimientos deben estar diseñados para asegurar que la capacidad de carga mayor no es inferior a los efectos de las cargas mayoradas en todos los estados límites aplicables.

2.3.5.3.1 Capacidad de carga

La capacidad de carga nominal debe estimarse mediante las teorías aceptadas de mecánica de suelos y deben basarse en parámetros de suelo medidos. Los parámetros del suelo utilizados en los análisis deberán ser representativos de la resistencia al corte del suelo bajo la carga y condiciones del subsuelo consideradas.

Cuadro 31 Parámetros geotécnicos para las Unidades Geotécnicas.

UG	GEOLOGÍA	Angulo de fricción	Cohesión (kg/cm ²)	Peso unitario (g/cm ³)
UG1	Q-al1	34	0.08	1.80
	Q-al2			
UG2	Q-fl	32	0.01	1.76
UG3	Q-co	29	0.03	1.90
UG4	Q-ant	30	0.05	1.80
UG5	Ki-t/s4	-	-	-

Cuadro 32 Parámetros geotécnicos para las estructuras de cabezales

ESTRUCTURA	CALICATA	Angulo de Fricción	Cohesión (kPa)	Peso Unitario (g/cm ³)	B (ancho m)
SIFON-entrada	PH-E-CC-02	33.1	16	1.739	7.00
SIFON-salida					3.50
BUZON					3.00

ALCANTARILLA-salida					1.00
BADEN	PH-E-CC-01	34.6	14	1.64	6.50

Con los parámetros de diseño adoptados en función de los ensayos de laboratorio anteriormente descritos se realizó en análisis de capacidad de carga para cada unidad geotécnica y para cada estructura proyectada, los resultados se presentan en las siguientes tablas y el detalle de estos análisis se puede ver a detalle en el Anexo 5 del Vol 03 / 03.7 Estudio de Geotecnia.

2.3.5.3.2 Cálculos de asentamiento

El criterio a seguir será el postulado por Lambe y Whitman, 1969, quienes formulan que elásticamente el valor de asentamiento a una profundidad de desplante de 1.00m para suelos granulares:

Cuadro 33 Valores de Asentamientos. Alcantarilla AL-DI02-3-47

ASENTAMIENTO					
UNIDAD GEOTÉCNICA	RELACIÓN DE POISSON μ	MÓDULO DE YOUNG E_e (Mpa)	PROF. D_f (m)	ANCHO CIMIENT. B (m)	S (cm) Centro
UG-01	0.20	1792.6	0.5	4.0	0.03
UG-02	0.40	423.3	0.5	4.0	0.12
UG-03	0.10	1485.8	0.5	4.0	0.04
Sifón entrada	0.40	994.00	0.5	7.00	0.06
Sifón salida	0.40	994.00	0.5	3.50	0.03
Buzón	0.40	994.00	0.5	3.00	0.03
Alcantarilla	0.40	994.00	0.5	1.00	0.01
Badén	0.40	994.00	0	6.50	0.04

2.3.5.3.3 Módulo de Reacción de Balasto

En el estudio de la interacción terreno-cimentación y particularmente en la modelización del terreno para calcular las solicitaciones en los elementos de la cimentación, el problema se simplifica con el estudio de la interacción entre solo dos componentes: el terreno y la estructura de cimentación.

Cuadro 34 Valores del módulo de balasto por estructura proyectada

ESTRUCTURA	ANCHO CIMIENT. B (m)	MÓDULO DE BALASTO(MN/m3)
Sifón entrada	7.00	194.75
Sifón salida	3.50	389.51
Buzón	3.00	454.43
Alcantarilla	1.00	1363.29

ESTRUCTURA	ANCHO CIMENT. B (m)	MÓDULO DE BALASTO(MN/m3)
Badén	6.50	209.74

2.3.5.4 Agresión química al concreto

El contenido químico de los suelos es uno de los temas más neurálgicos en la industria del concreto, usualmente este tipo de sustancias suelen ser agresivas, estas se pueden propagar por el medio ambiente y una vez que entran en contacto con las sustancias reactivas del concreto generan alteraciones que se manifiestan a corto, mediano y largo plazo dependiendo de las condiciones de humedad, temperatura y presión a las que se encuentre sometido el material en ese momento.

Por lo que se consideró realizar ensayos químicos en las muestras de suelos de las calicatas del Paquete 2-Chicama, en la siguiente tabla se presenta los resultados de laboratorio obtenido:

Cuadro 35 Resultado de Análisis químico para la estructura de muros y alcantarilla.

Código	Coordenadas		Profundidad (m)	Análisis Químico					M.Orgánica por Ignición (%)
	Este	Norte		Sales (% fino)	Sales (% grueso)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph	
C-02(Q-DR-02)	727626	9152141	3.5	0.04	0.01	0.123	0.005	6.9	1.1
PH-E-CC-01	724994	9151399	3	0.22	-	0.062	0.053	7.94	-
Q-E-CC-02	725429	9152679	1.8	0.183	-	0.062	0.031	-	0.35
C-01(PH-DR-01)	726937	9150057	4	0.04	0.019	0.165	0.007	6.8	1.02
C-01(PH-DR-02)	726444	9150966	4	0.002	0.029	0.123	0.011	7	0.8
C-01(Q-DR-02)	727610	9152402	3.7	0.039	0.02	0.123	0.009	7.3	0.68
C-01(Q-DR-01)-M1	729517	9152214	2.3	0.04	0.03	0.082	0.009	7.1	0.93
C-02(Q-DR-01)-M1	729463	9152032	2.1	0.02	0.01	0.123	0.011	7.3	0.76
C-03(Q-DR-01)-M1	729506	9151932	2.2	0.03	0.03	0.123	0.005	7.2	0.75

Siendo más importante el ensayo químico de la calicata que superponen en las estructuras de cabezales de entrada y salida del sifón, buzón, badén y alcantarillado, a continuación, se muestra una tabla donde se presenta los resultados de laboratorio obtenido:

Cuadro 36 Resultado de análisis químico de la calicata PH-E-CC-01.

ESTRUCTURA	CALICATA	Análisis Químico			
		Sales (%)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph
SIFON-entrada	PH-E-CC-01	0.22	0.062	0.053	7.94
SIFON-salida					
BUZON					
ALCANTARILLA-salida					
BADEN					

Además, se ha realizado ensayos químicos en los puntos de agua en el Paquete 2, siendo el P.A. 2.1-C el punto más cercano a las estructuras de obras civiles, mencionadas párrafos anteriores, en la siguiente tabla se muestra el resultado de los análisis químicos:

Cuadro 37 Resultado de análisis químico del punto de agua P.A. 2.1-C

PUNTO DE AGUA	Sales solubles disueltos en agua (mg/L)	Sulfatos solubles en agua (mg/L)	Cloruros solubles en agua (mg/L)	Ph en agua	M. Orgánica del agua (mg/L)
P.A. 2.1-C	360	299	49.69	8.43	0.8

Considerando las normas propuestas y los valores mostrados de los resultados de laboratorio en la tabla de resultados de análisis químicos, se tiene a las sales como un valor máximo de 2200 ppm o mg/kg, al sulfato como valor máximo de 1650 ppm o mg/kg, para el cloruro un máximo de 530 ppm o mg/kg y el pH más bajo de 6.80, por lo tanto, no presenta un valor significativo que pudiera generar una agresión química al concreto para las estructuras, a excepción de los sulfatos que se encuentran en un rango de moderado tanto para la muestra de suelo como para el punto de agua.

2.3.5.5 Análisis de estabilidad

El objetivo del análisis de estabilidad es evaluar las condiciones geotécnicas, geométricas y componentes de refuerzo de cada una de las secciones tipo previstas en términos de estabilidad física de las mismas, con el fin de evaluar la estabilidad física de las secciones transversales tipo previstas para cada obra, en razón de la ocurrencia potencial de efectos de geodinámica externa.

Todos los diques de retención y encauzamiento proyectados se ubican sobre la unidad geológica Q-fl, Q-al1 o Q-al2, los cuales conforman y caracterizan la unidad geotecnia 2 (UG2), sobre la unidad geología Q-fl, y la unidad geotecnia 2 (UG1), sobre la unidad geología Q-al1 y Q-al2, de esta manera y según la unidades geotécnicas donde se ubican se establecen los parámetros de diseños para caracterizar el suelo de fundación de cada dique; posteriormente y según las altura de ubicaciones de cada dique se analizan las condiciones más críticas de diseño, donde los diques más altos y críticos con los cuales se soporta la estabilidad de todos los diques.

2.3.5.5.1 Presencia de agua

Para fines prácticos y conservadores de diseño se emplea el nivel freático más cercano a la superficie como parámetro de diseño para los análisis de estabilidad, donde es este caso se presenta a un nivel de 1.7m (Q-E-CC-02) y 2.35 (PH-E-CC-02) de profundidad desde superficie, por lo cual para las secciones de los diques de encauzamiento de Quirripango se modela con un nivel freático de 1.7m, y para los diques de encauzamiento de Pampa Hermosa se modela con una profundidad conservadora de 2m, así mismo para los diques de retención ya que se no presenta un registro en las perforaciones que evidencien posición de nivel freático, se emplea como modelamiento un factor conservador de $R_u=0.05$.

Cuadro 38 Nivel freático según dique para análisis de estabilidad

Código	Coordenadas		Profundidad (m)	Nivel freático(m)
	Este	Norte		
PH-E-CC-02	724705	9151258	2.4	2.35
PH-E-CC-03	724498	9151109	2.5	2.45
C-02(Q-DR-01)	727626	9152141	3.5	-
Q-D1-PE-01	727607	9152269	0 - 4.2m	-
Q-D1-PE-01	727607	9152269	5.4 - 10m	-
PH-E-CC-01	724994	9151399	3	-
Q-E-CC-01	725137	9152699	3	-
Q-E-CC-02	725429	9152679	1.8	1.7
C-01(PH-DR-01)	726937	9150057	4	-
C-01(PH-DR-02)	726444	9150966	4	-
C-01(Q-DR-02)	727610	9152402	3.7	-
C-01(Q-DR-01)-M1	729517	9152214	2.3	-
C-01(Q-DR-01)-M2	729517	9152214	2.3	-
C-02(Q-DR-01)-M1	729463	9152032	2.1	-
C-02(Q-DR-01)-M2	729463	9152032	2.1	-
C-03(Q-DR-01)-M1	729506	9151932	2.2	-
C-03(Q-DR-01)-M2	729506	9151932	2.2	-
Q-D2-PE-01	729487	9152124	0 - 4.5m	-
Q-D2-PE-01	729487	9152124	5.5 - 9.5 m	-

2.3.5.5.2 Condiciones de carga sísmica

Tomando los datos obtenidos de los ensayos y de los análisis geotécnicos, se prevén aceleraciones máximas para muros y taludes de 0,45g, por tanto, el coeficiente sísmico que se usará para el análisis pseudo estático es 0,236g y 0.225g que es la carga sísmica correspondiente a 1/2 de la aceleración máxima de diseño, así como se detalle en la sección 8.4 ANALISIS SISMICO.

Esta variación en el coeficiente de aceleración sísmico se debe a que en la zona baja donde se localización los diques de encauzamiento se presenta un suelo S2 (0.236g), a diferencia de toda la exploración que se realizó en los diques de retención y barreras dinámicas, donde se reporta un suelo S1 (0.225g), razón por la cual se decide emplear diferentes coeficientes de aceleración en los modelos constitutivos de los análisis de estabilidad, haciendo más conservador el diseño.

2.3.5.5.3 Criterios de aceptación

Los criterios utilizados en el diseño se basan en la aplicación de metodologías de análisis y diseño para obras de ingeniería geotécnica.

Para los análisis de estabilidad de taludes a largo plazo se considerará un valor mínimo de Factor de Seguridad (FS) de 1.5 en la condición estática (sin sismo) y de 1.1 para una condición pseudo estática. Se detalla en el informe de Estudio de Geotecnia.

Talud Permanente		Talud Temporal	
Estática	Pseudo Estática	Estática	Pseudo Estática
1.50	1.1	1.25	1.0

2.3.5.5.4 Reporte de estabilidad.

Se han evaluado 3 secciones como talud permanente para los diques bajo las condiciones críticas descritas, una (1) sección típica para los diques de retención, ya que el suelo de fundaciones se compone del mismo UG2 y dos (2) secciones independientes para los diques de encauzamiento, uno para Quirripango y uno para Pampa Hermosa, para las cuales se establecen las siguientes consideraciones.

- CE: Condición Estática
- CP: Condición Pseudo estático.
- CH CE: Cara Húmeda Condición Estática
- CS CE: Cara Seca Condición Estática
- CH CP: Cara Húmeda Condición Pseudo estático.
- CS CP: Cara Seca Condición Pseudo estático.
- ND: No Drenado
- I: Infiltración

A. Diques proyectados

- Diques de retención.

Ilustración 23 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara húmeda condición estática

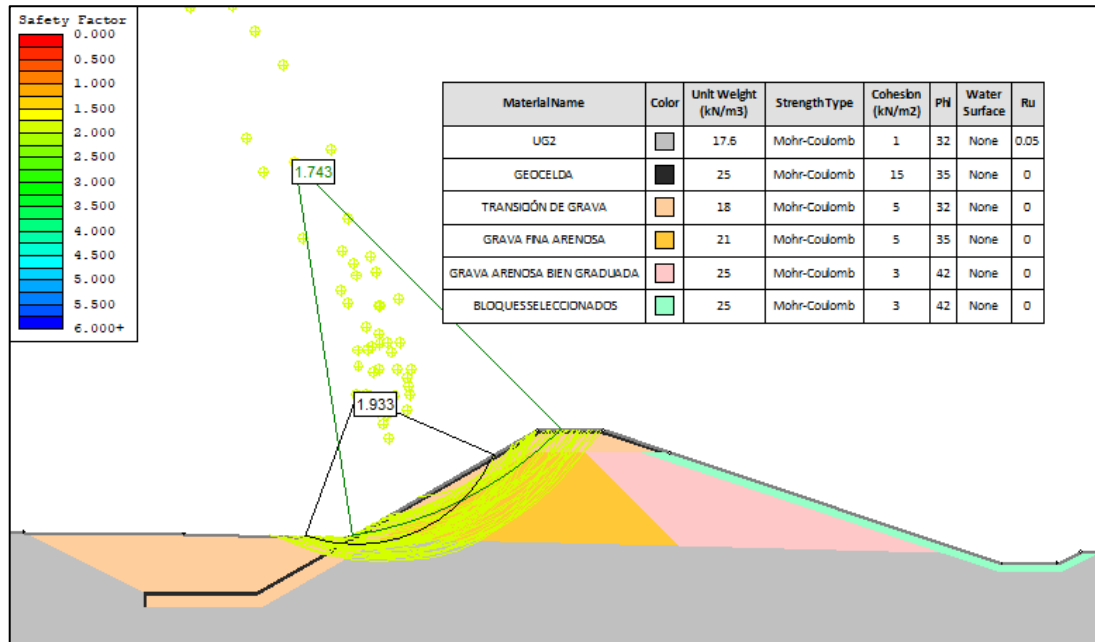


Ilustración 24 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara seca condición estática

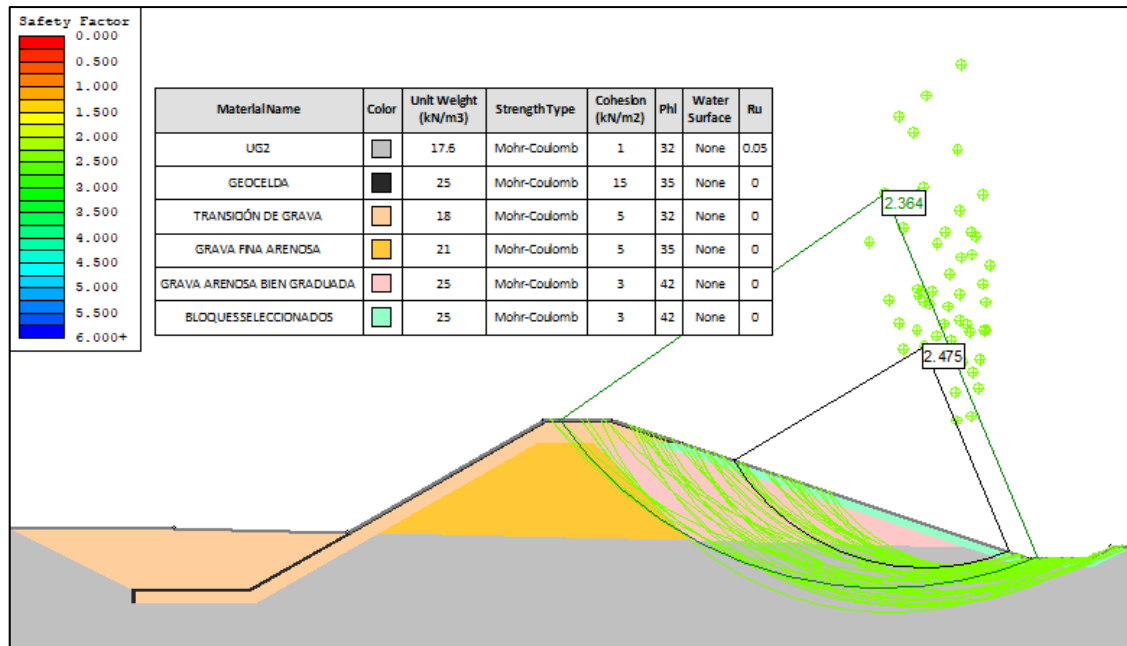


Ilustración 25 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara húmeda condición pseudoestática

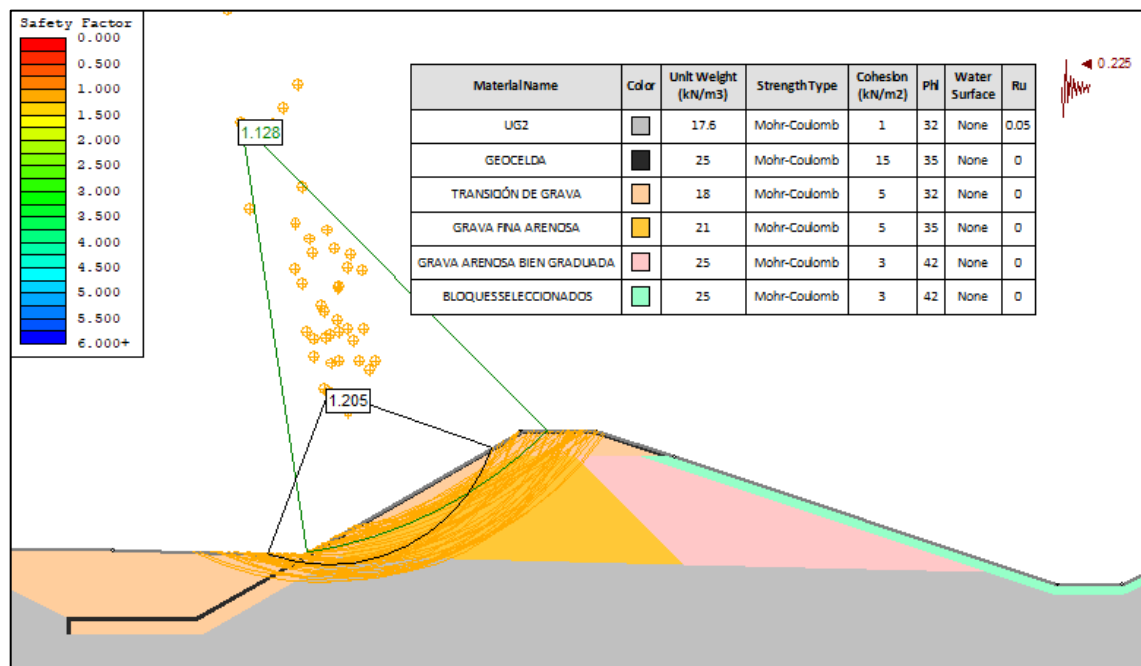


Ilustración 26 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. Cara seca condición pseudoestática

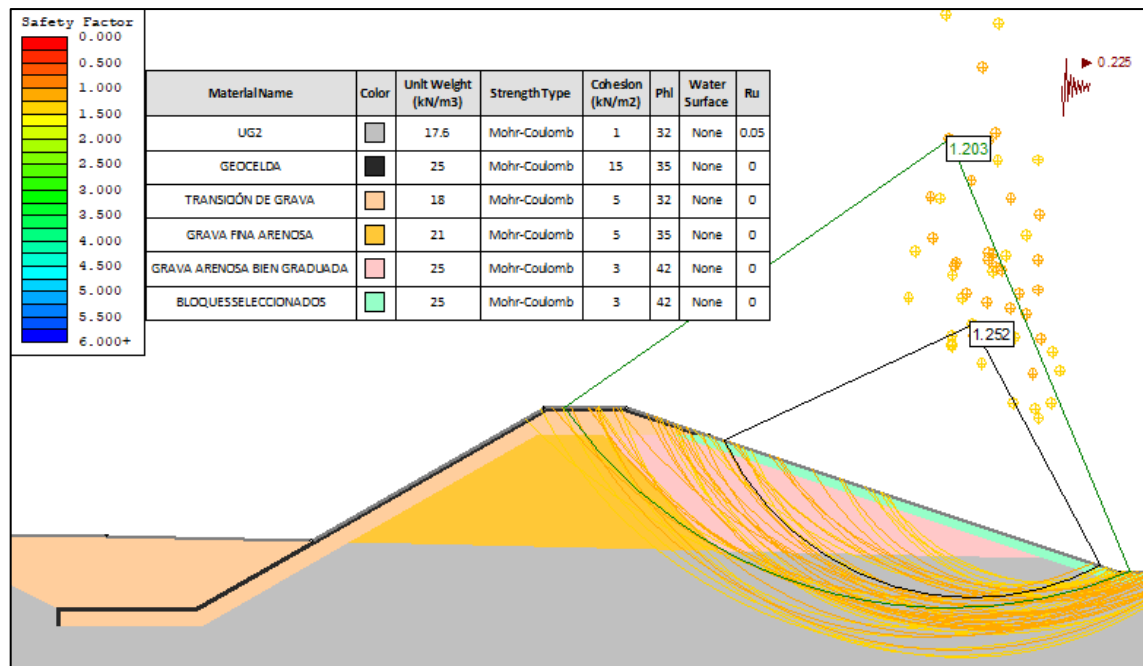


Ilustración 27 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. No DRENADO condición estática

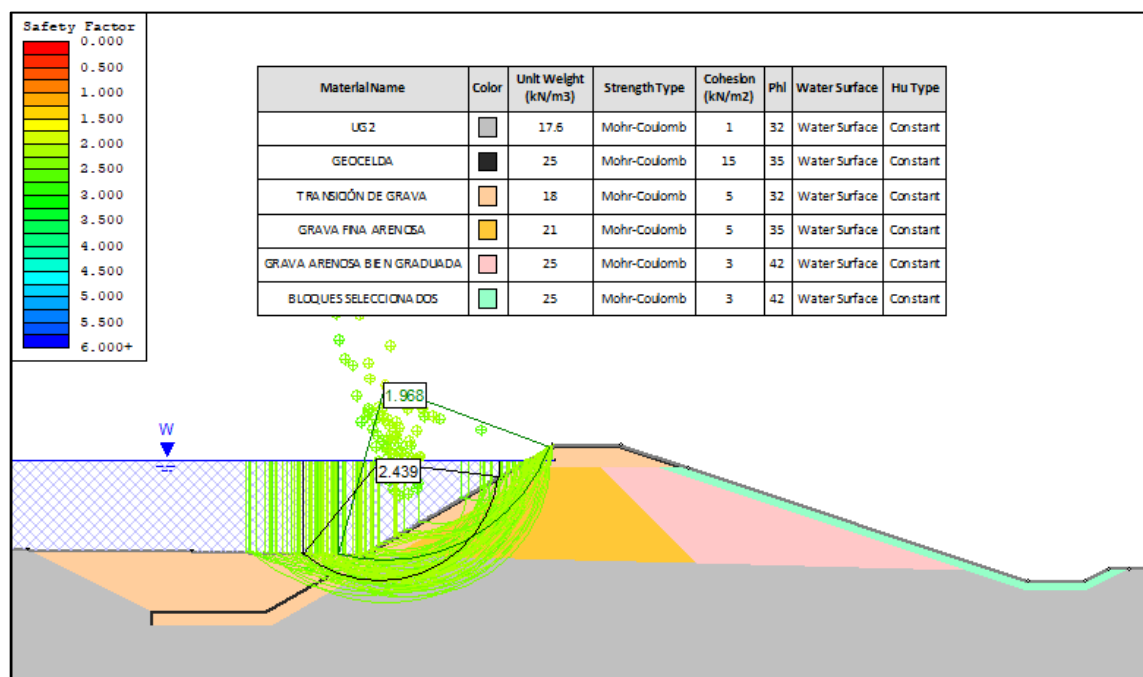
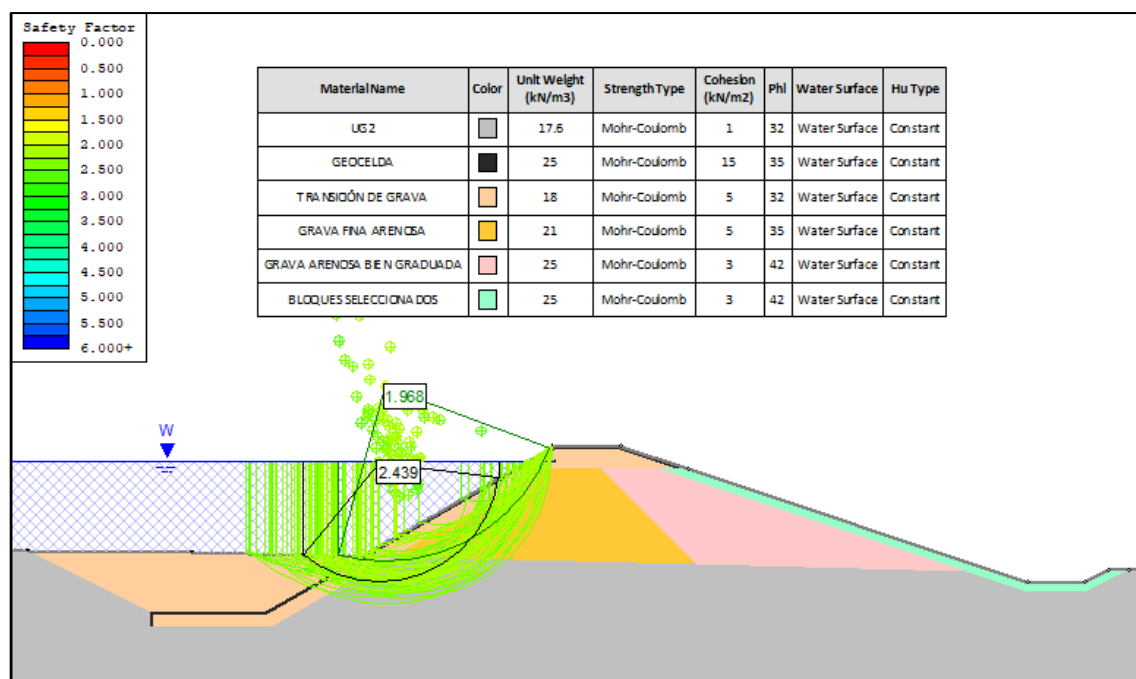


Ilustración 28 Análisis de Dique de Retención Sección Tipo. No DRENADO condición pseudoestática



- DIQUES ENCAUZAMIENTO PAMPA HERMOSA

Ilustración 29 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara húmeda condición estática

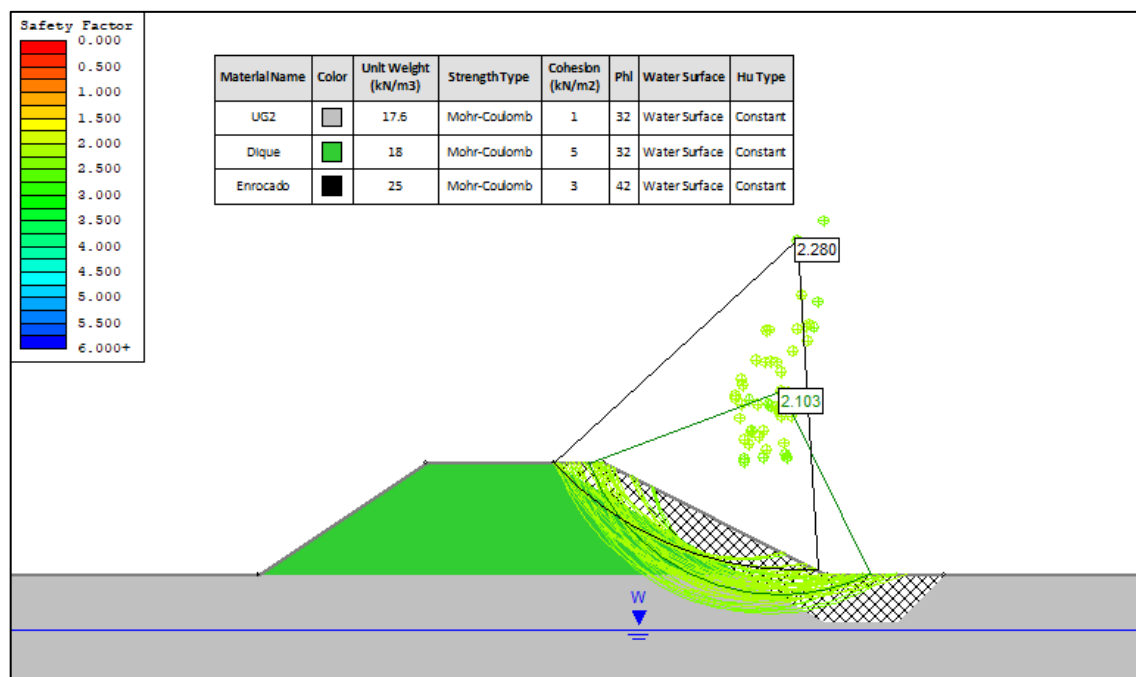


Ilustración 30 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara seca condición estática

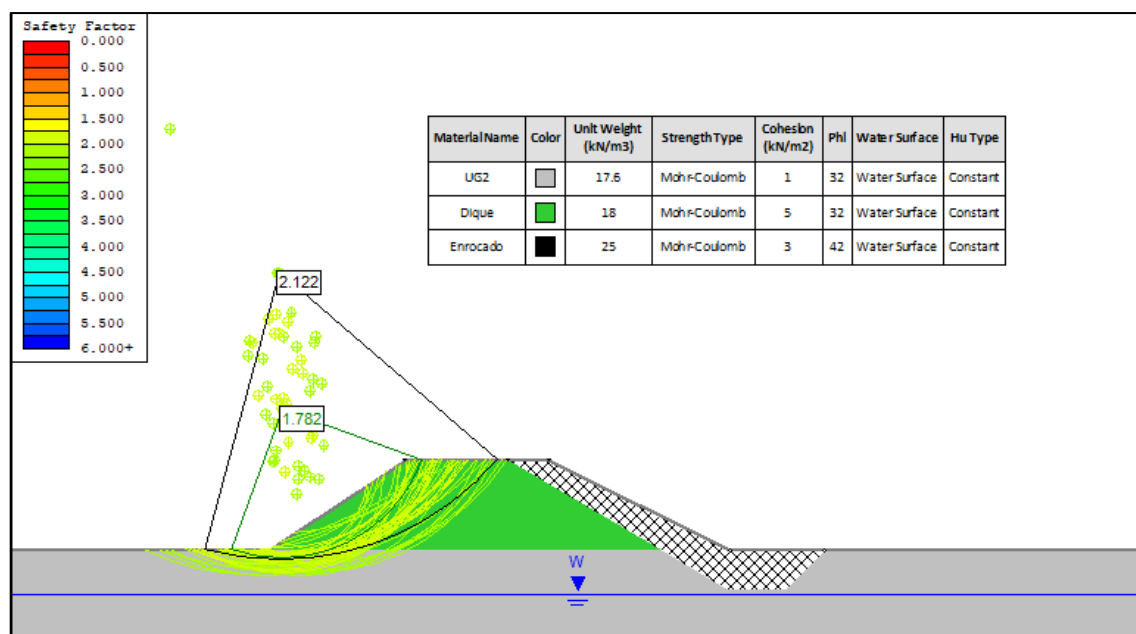


Ilustración 31 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara húmeda condición pseudoestática

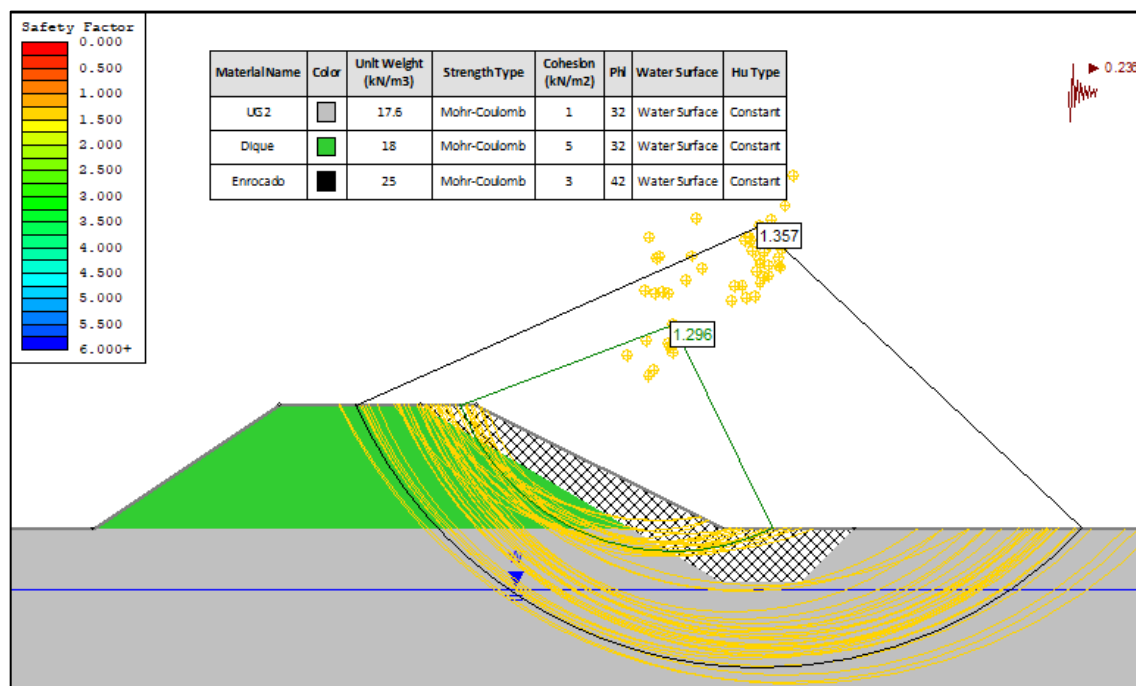


Ilustración 32 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. Cara seca condición pseudoestática

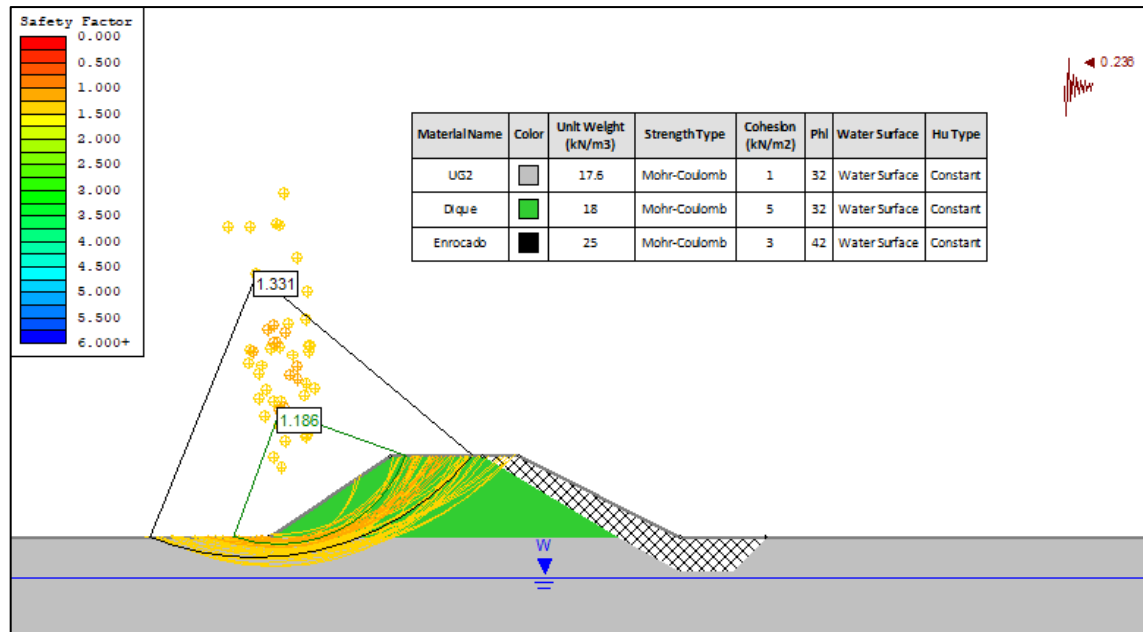


Ilustración 33 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. No DRENADO condición estática

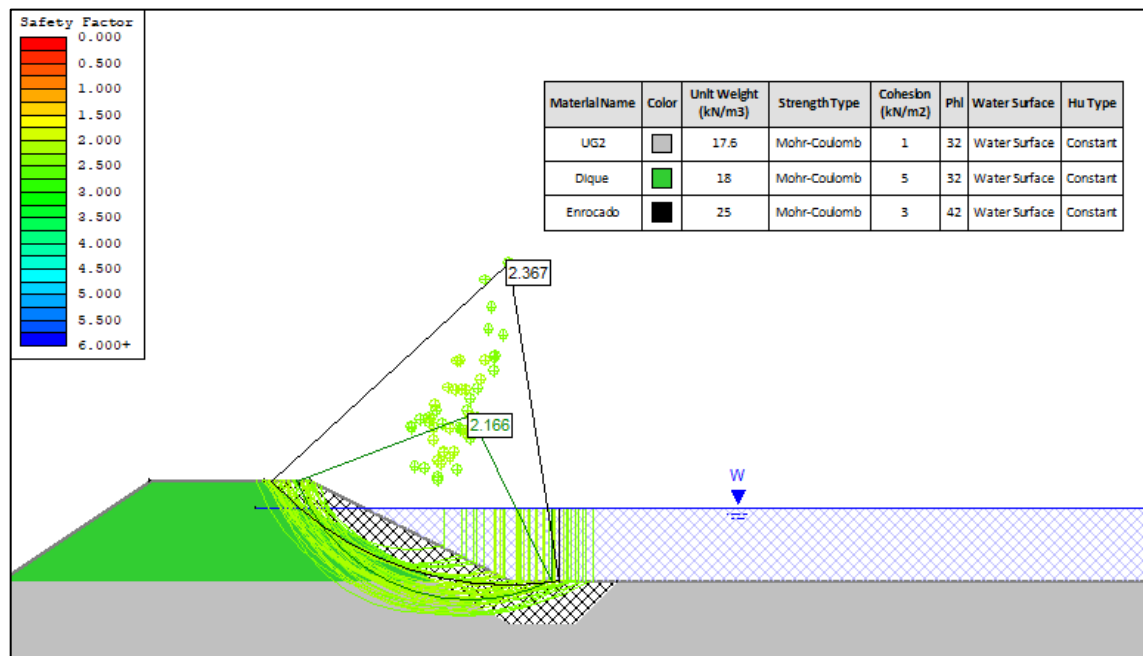
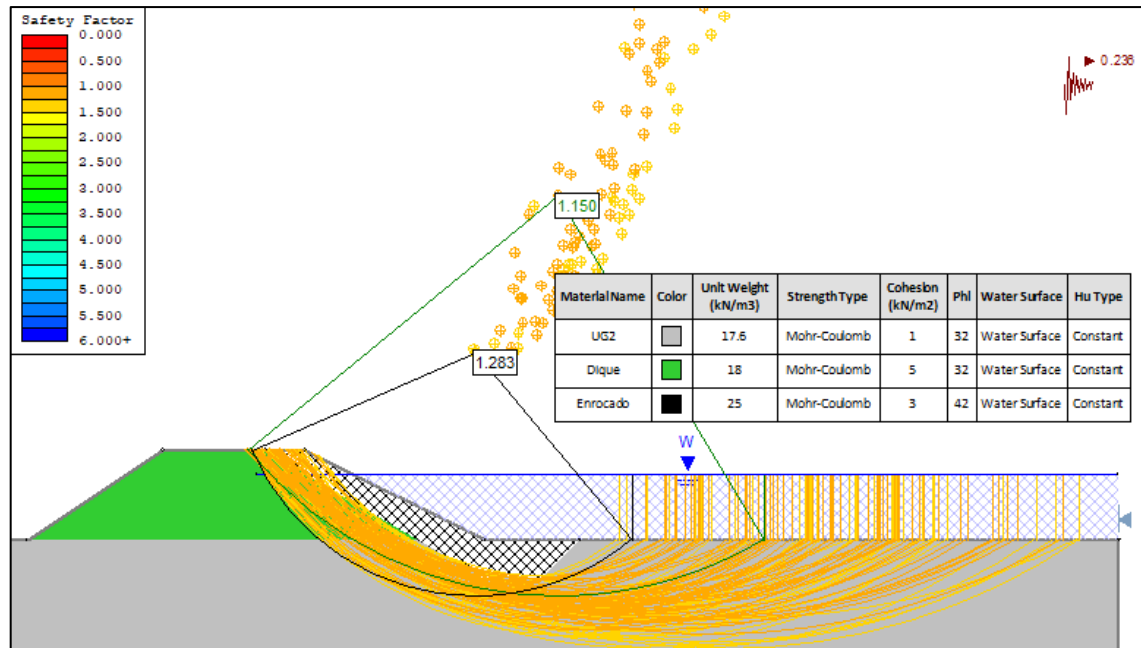


Ilustración 34 Análisis de Dique encauzamiento Pampa Hermosa. No DRENADO condición pseudoestática



- DIQUES ENCAUZAMIENTO QUIRRIPANO

Ilustración 35 Análisis de Dique encauzamiento Quirripango. Cara húmeda condición estática

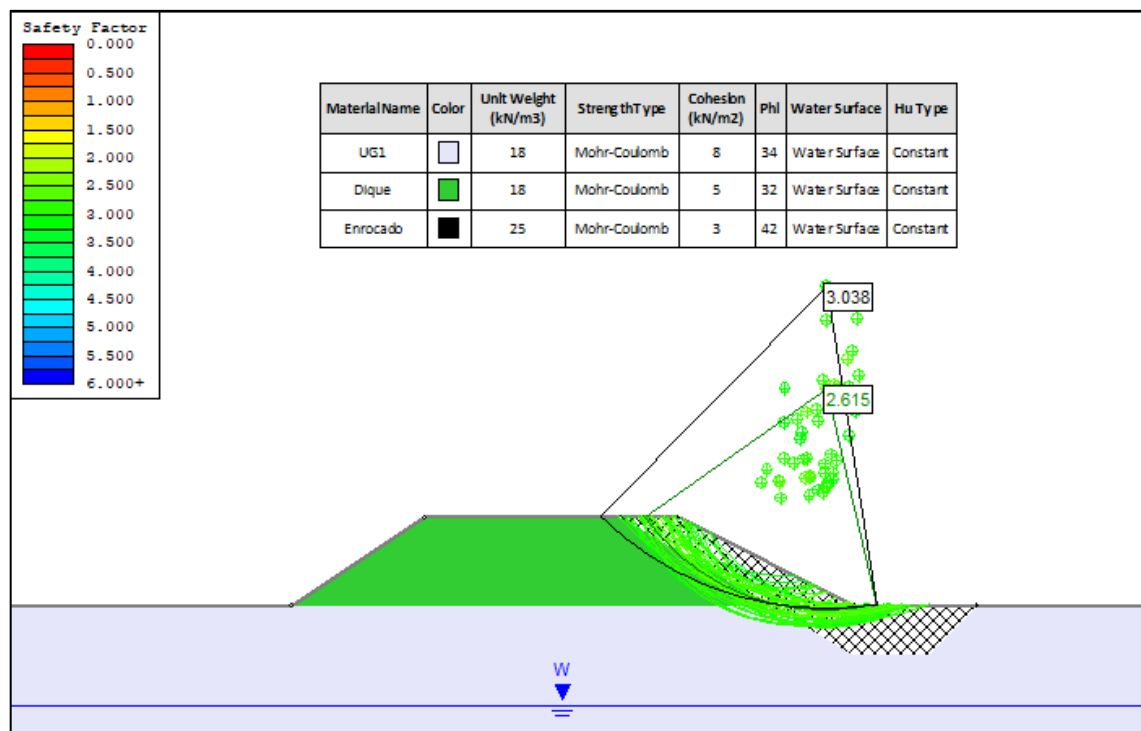


Ilustración 36 Análisis de Dique encauzamiento Quirripano. Cara seca condición estática

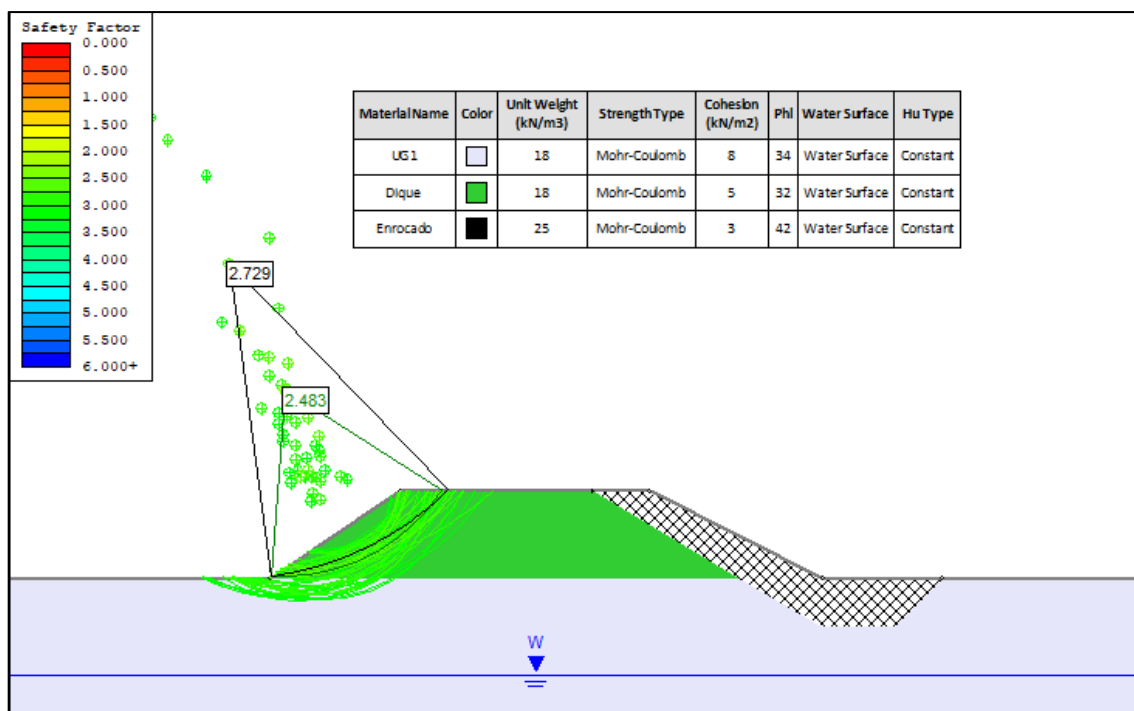


Ilustración 37 Análisis de Dique encauzamiento Quirripano. Cara húmeda condición pseudoestática

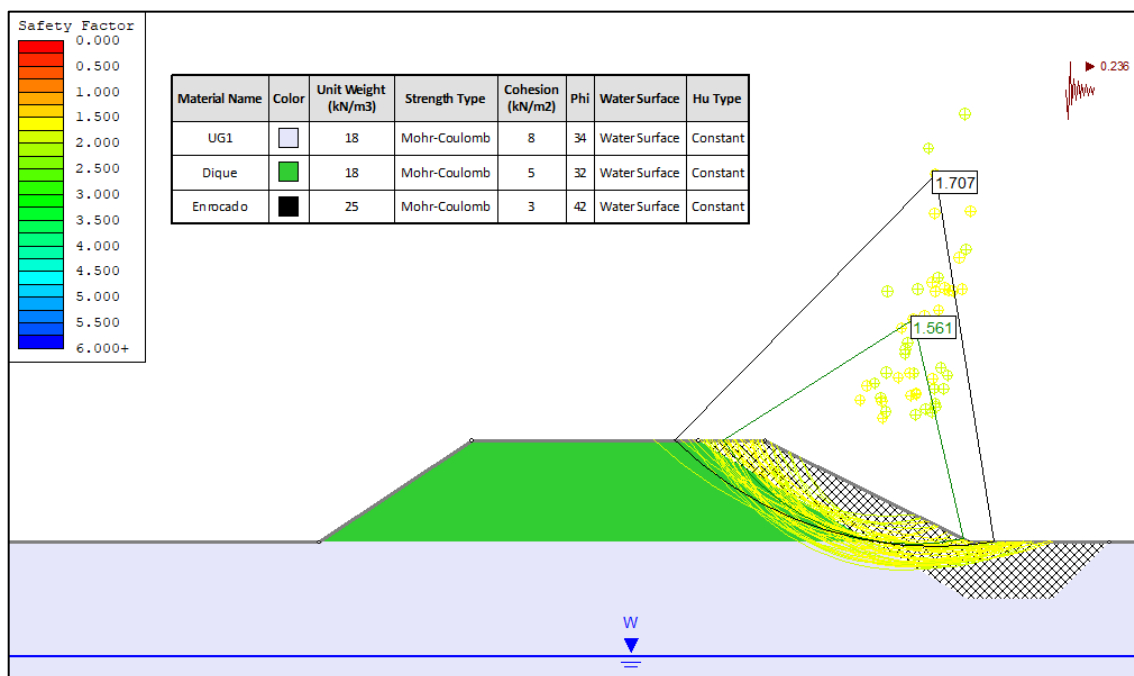


Ilustración 38 Análisis de Dique encauzamiento Quirripano. Cara seca condición pseudoestática

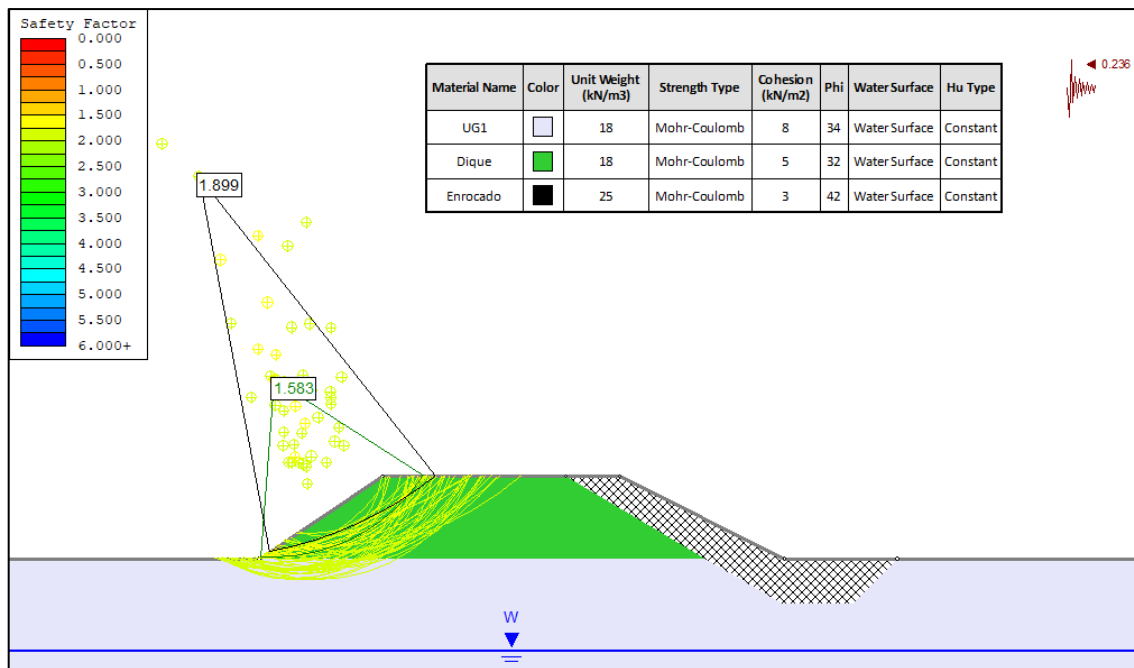


Ilustración 39 Análisis de Dique encauzamiento Quirripano. No DRENADO condición estática

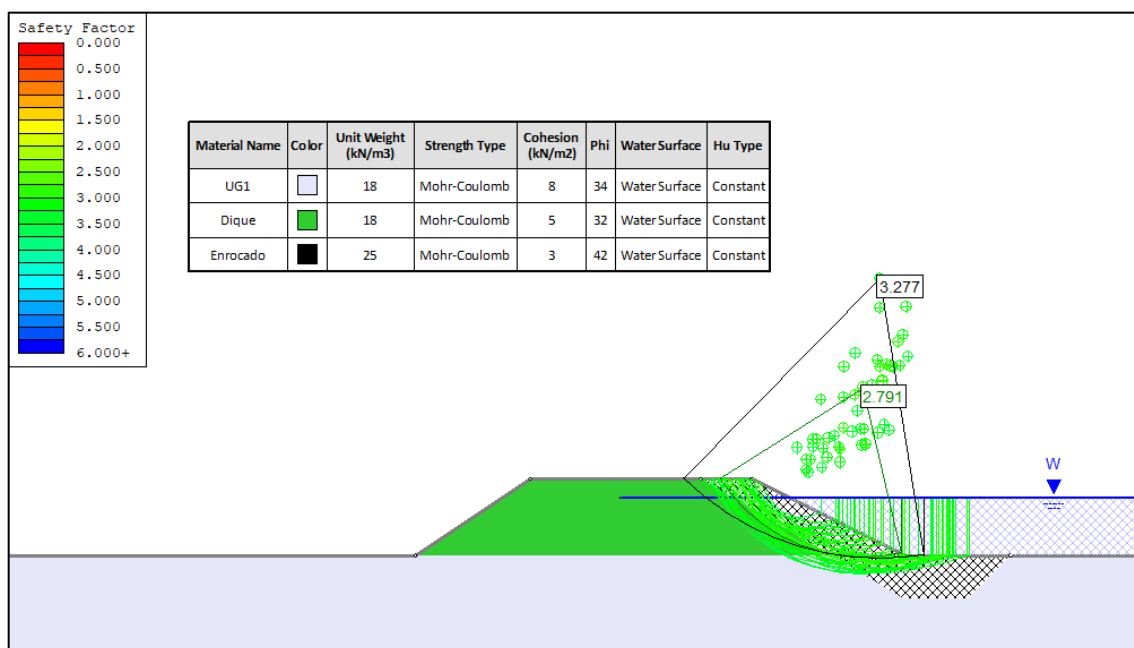
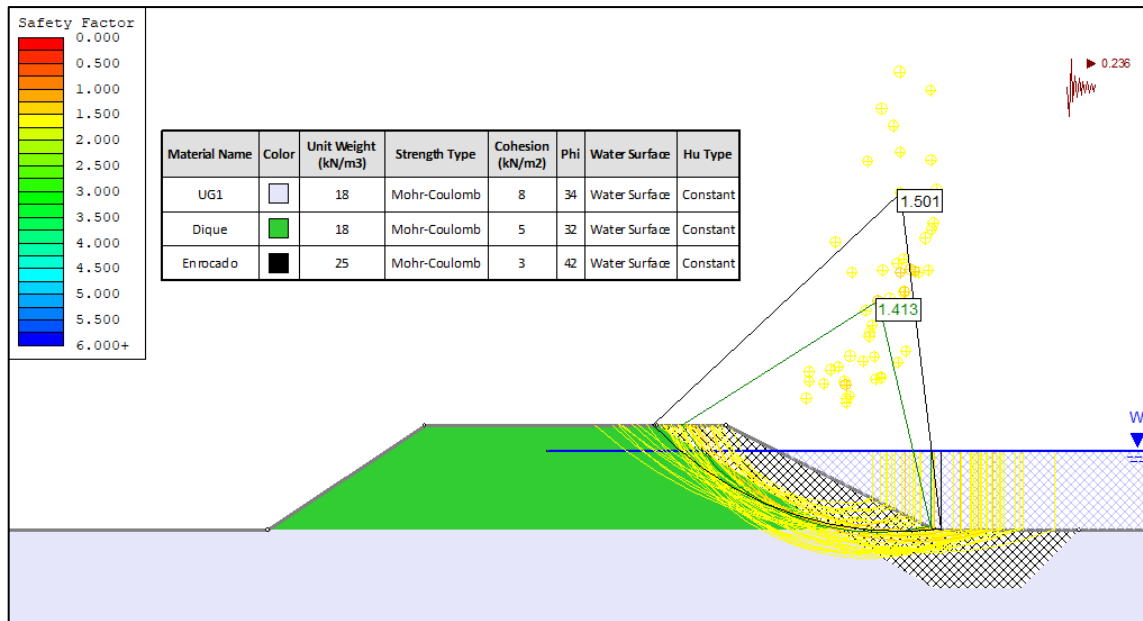


Ilustración 40 Análisis de Dique encauzamiento Quirripano. No DRENADO condición pseudoestática



B. Resumen análisis estabilidad

Se presenta una tabla resumen con la información adquirida de los cálculos tras el análisis de estabilidad realizado para los diques de encauzamiento del Paquete 2: Quebradas Pampa hermosa y Quirripano.

Cuadro 39 Resumen análisis estabilidad

DIQUE	Tipo de Dique	Condición	DRENADO		NO DRENADO
			Cara Húmeda	Cara Seca	
Sección Tipo	Proyectado	Condición Estática	1.743	2.364	1.968
		Condición Pseudoestática	1.128	1.203	1.103
Dique Encauzamiento Pampa Hermosa	Proyectado	Condición Estática	2.103	1.782	2.166
		Condición Pseudoestática	1.296	1.186	1.15
Dique Encauzamiento Quirripano	Proyectado	Condición Estática	2.615	2.483	2.791
		Condición Pseudoestática	1.561	1.583	1.413

Los resultados expresados en Factores de Seguridad obtenidos se muestran en la tabla resumen, concluyendo que todos los casos evaluados atienden a los diques tipos previstos: Factores de Seguridad por encima de los mínimos permisibles (Mayor a 1.1 condición pseudo estática y 1.5 en condición estática).

2.3.6 Análisis de infiltración

Para la definición de la permeabilidad para el material de cada dique y de los enrocados se han empleado valores de referencia según su composición granulométrica, donde predominan en su mayoría las arenas y gravas mal gradadas (SP, GP) con una permeabilidad promedio de $4.91e-3$ Cm/s.

A continuación, se expone cuadros resúmenes con la permeabilidad por sondeo y valores característicos de permeabilidad.

Cuadro 40 Permeabilidad por sondeo ejecutado

SONDEO	PROFUNDIDAD ENTUBACION (m)	PERMEABILIDAD K (cm/sg)
Q-D1-PE-01	3.0	5.36E-03
Q-D2-PE-01	3.0	4.45E-03

Cuadro 41 Valores característicos de permeabilidad según granulometría

Suelo	Descripción	Clasificación USCS	Permeabilidad (m/s)
Gravas	Bien gradadas	GW	10^{-3} a 10^{-1}
	Bien seleccionadas	GP	10^{-2} a 10
	Limosas	GM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	GC	10^{-8} a 10^{-6}
Arenas	Bien gradadas	SW	10^{-5} a 10^{-3}
	Bien seleccionadas	SP	10^{-4} a 10^{-2}
	Limosas	SM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	SC	10^{-8} a 10^{-6}
Limos	Baja plasticidad	ML	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	MH	10^{-9} a 10^{-7}
Arcillas	Baja plasticidad	CL	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	CH	10^{-10} a 10^{-8}

Valores de permeabilidad de los principales suelos (Sowers, 1978).

2.3.6.1 Sección transversal CDE1-MD-02 0+540

Ilustración 41 Cabeza total Diques de Retención. Líneas de flujo

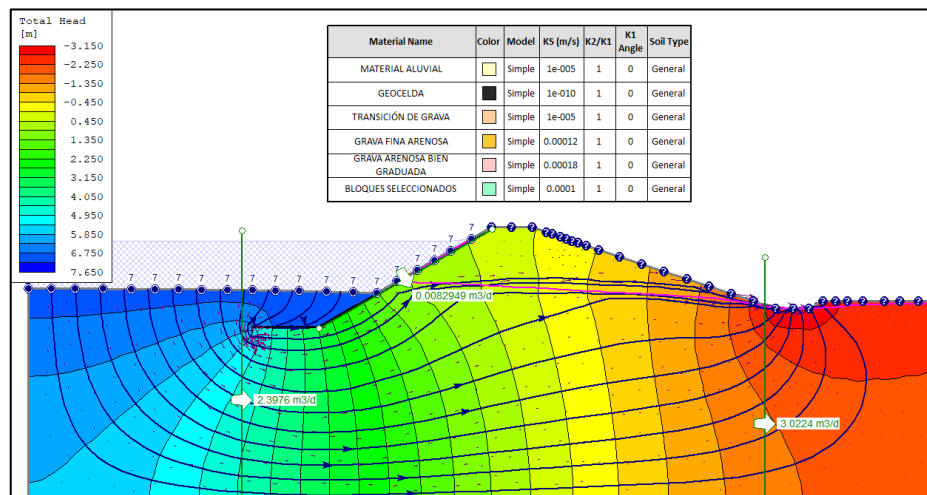
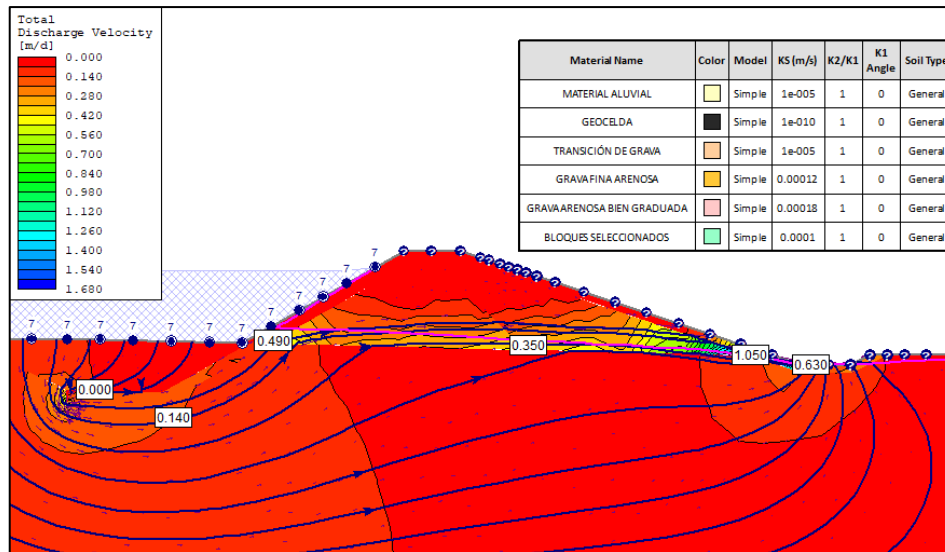


Ilustración 42 Velocidad total de descarga Diques de retención. Líneas de flujo



En la zona del cauce (caudal influente), donde se incorpora la línea de saturación al dique se encontraron los siguientes valores:

3.0224m³/d --- 0.035 lt/s

El cálculo se ha realizado en condición de régimen permanente, esto quiere decir que el agua se mantendría indefinidamente en ese nivel, donde realmente esto ocurre durante un solo evento y ya es bastante conservador suponer que el agua en este estado de saturación se mantendría 7 días o más.

El régimen de velocidades que varía en el cuerpo de dique es 0.14 m/d hasta 0.63 m/d aproximadamente, lo que en un evento de 7 días penetraría 4.41m aproximadamente, por lo cual no es de prever que haya filtraciones durante un evento con estas características.

El flujo no se ve afectado por el diseño, puesto que la base del dique está hecha con material natural y la funcionalidad de este diseño es como dique de encauzamiento el cual utiliza materiales semipermeables y el uso de geotextiles, cuyo uso es el lavado de finos para evitar problemas de tubificación.

2.3.6.2 Sección transversal CDE2-MI-03 0+040

Ilustración 43 Cabeza total CDE2-MI-03 0+040. Líneas de flujo

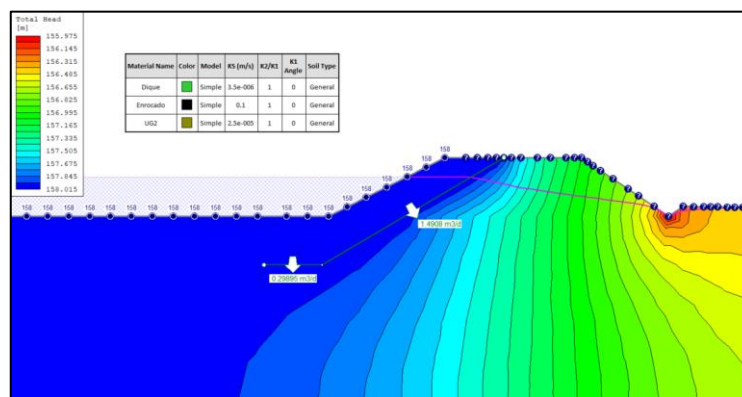
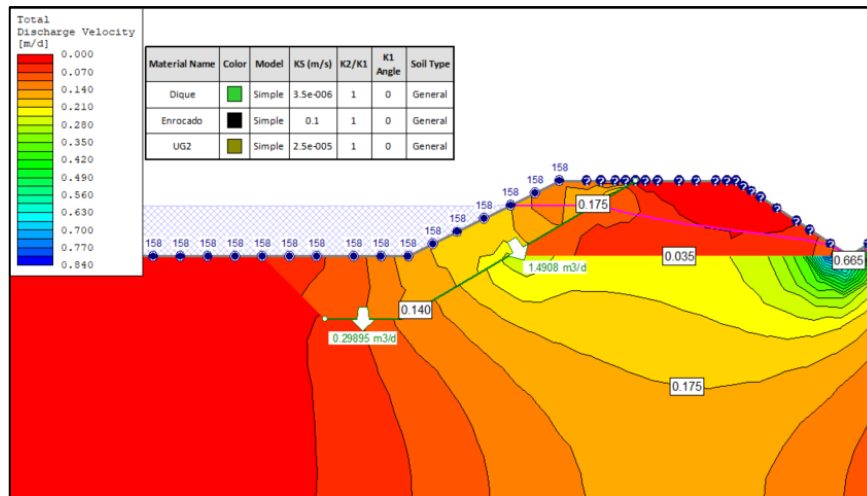


Ilustración 44 Velocidad total de descarga CDE2-MI-03 0+040. Líneas de flujo



2.3.7 Porcentajes de esponjamiento

El coeficiente de esponjamiento, el cual se define como el aumento porcentual de volumen del material excavado, se puede determinar mediante una fácil relación de pesos/volúmenes/densidades entre el material suelto y el compacto. El cálculo se realiza utilizando los resultados de los pesos unitarios compactados y sueltos del material, utilizando la siguiente fórmula:

$$Sw = \frac{Pe(c) - Pe(s)}{Pe(c)} * 100\%$$

Donde:

- Sw = Porcentaje de Esponjamiento [%]
- Pe(c) = Peso Unitario Compactado [g/cm³]
- Pe(s) = Peso Unitario Suelto [g/cm³]

El coeficiente de esponjamiento, el cual se define como el aumento porcentual de volumen del material excavado, se puede determinar mediante una fácil relación de pesos/volúmenes/densidades entre el material suelto y el compacto, por lo cual para el Paquete 2, se pueden emplear las calicatas ejecutadas en las zonas de los diques proyectados, ya que el material se asemeja en sus características y propiedades a las del material presentado en las canteras, así mismo también se evalúan estas condiciones y este coeficiente en las canteras propias del proyecto, que para el presente Paquete 2 aplican Palenque, Pampa Hermosa 1, Pampa Hermosa 2 y Quirripango. Como resultado se presenta un porcentaje máximo de esponjamiento/ensanchamiento de 12.53%, aun así, para fines prácticos, conservadores y en pro del proyecto, se define un porcentaje del esponjamiento/ensanchamiento de diseño del 15%, esto supliendo o teniendo en cuenta porcentajes de desperdicio por manejo, traslado, pérdida de finos y humedad, entre otros.

Cuadro 42 Valores de los porcentajes de Esponjamiento por Calicata

PAQUETE/CANTERA	Dique	Código	Coordenadas		Profundidad (m)	GRANULOMETRÍA ESTÁNDAR					Peso Unitario Compactado Agregado fino		Peso Unitario Compactado Agregado grueso		Peso Unitario Suelto - Agregado fino		Peso Unitario Suelto - Agregado grueso		Peso Unitario Compactado	Peso Unitario Suelto	PORCENTAJE ESPONJAMIENTO HUMEDO	Peso Unitario Compactado	Peso Unitario Suelto	PORCENTAJE ESPONJAMIENTO SECO	
			Este	Norte		Gravas (%)	Arenas (%)	Fina (%)	SUCS	ASTM	Peso unitario compactado húmedo (g/cm³)	Peso unitario compactado seco (g/cm³)	Peso unitario compactado húmedo (g/cm³)	Peso unitario compactado seco (g/cm³)	Peso unitario suelto húmedo (g/cm³)	Peso unitario suelto seco (g/cm³)	Peso unitario suelto húmedo (g/cm³)	Peso unitario suelto seco (g/cm³)	Peso unitario compactado húmedo (g/cm³)	Peso unitario suelto húmedo (g/cm³)		Peso unitario compactado seco (g/cm³)	Peso unitario suelto seco (g/cm³)		
PAQUETE 2	CC-M04-08	PH-E-CC-02	724705	91512158	2.4	62.2	34.3	3.5	GP	A-1-a(0)	1.775	1.763	1.738	1.732	1.560	1.550	1.543	1.538	1.7390	1.5436	11.24%	1.7391	1.5384	11.23%	
	CC-M04-08	PH-E-CC-03	724488	91511099	2.5	80	16.64	3.4	GP	A-1-a(0)	1.796	1.787	1.617	1.614	1.638	1.570	1.600	1.597	1.6233	1.6016	1.33%	1.6201	1.5961	1.48%	
	Q-08-01	C-02(Q-08-01)	727626	9152141	3.5	56.6	40.2	3.3	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	Q-01-PE-01	727607	9152209	0 - 4.2m	35.2	58.3	6.5	SP-SM	A-1-a(0)	1.818	1.813	1.799	1.793	1.602	1.597	1.572	1.568	1.7993	1.5739	12.53%	1.7937	1.5690	12.53%	
	Q-08-01	Q-01-PE-01	727607	9152209	5.4 - 10m	33.9	58	8.1	SP-SM	A-1-a(0)															
	CC-M04-08	PH-E-CC-01	724894	91513999	3	52.6	45.84	1.5	GP	A-1-a(0)	1.766	1.755	1.639	1.61	1.641	1.612	1.578	1.55	1.6435	1.5783	3.96%	1.6344	1.5522	3.85%	
	CC-M04-07	Q-E-CC-01	725137	91520999	3	60.2	35.19	4.6	GP	A-1-a(0)	1.807	1.796	1.828	1.817	1.581	1.571	1.628	1.618	1.8269	1.6253	11.03%	1.8163	1.6164	11.01%	
	CC-M04-03	Q-E-CC-02	725429	9152679	1.8	52.8	44.24	3	GP	A-1-a(0)	1.743	1.738	1.776	1.771	1.529	1.525	1.591	1.586	1.7745	1.5895	10.43%	1.7698	1.5839	10.51%	
	PH-08-01	C-01(PH-08-01)	726937	9150057	4	55	44	5	GP	A-1-a(0)															
	PH-08-01	C-01(PH-08-02)	726444	9150966	4	51.3	47.8	1	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-01(Q-08-01)	727610	91521402	3.7	62	36.7	1.3	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-01(Q-08-01)-M1	729517	9152214	2.3	58	40	2	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-01(Q-08-01)-M2	729517	9152214	2.3	62.7	34.7	2.6	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-02(Q-08-01)-M1	729463	9152032	2.1	61.1	36.3	2.7	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-02(Q-08-01)-M2	729463	9152032	2.1	64.8	32.7	2.5	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-03(Q-08-01)-M1	729506	9151932	2.2	65.8	33	1.2	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	C-03(Q-08-01)-M2	729506	9151932	2.2	64.4	34.3	1.3	GP	A-1-a(0)															
	Q-08-01	Q-02-PE-01	729487	9152124	0 - 4.5m	36.9	54.38	8.72	SP-SM	A-1-a(0)	1.837	1.833	1.820	1.816	1.673	1.669	1.606	1.603	1.8203	1.6118	11.43%	1.8166	1.6053	11.63%	
	Q-08-01	Q-02-PE-01	729487	9152124	5.5 - 9.5 m	40	52.3	7.7	SP-SM	A-1-a(0)															
RAMPA HERMOSA 1	-	CC-PH-07	726665	9150011	1.7	66.12	32.55	2.34	GW	A-1-a(1)	1.694	1.684	1.813	1.81	1.585	1.575	1.667	1.664	1.8088	1.6819	7.02%	1.8056	1.6609	8.01%	
RAMPA HERMOSA 2	-	CC-PH-14	726554	9150814	1.5	46.82	51.43	1.76	SP	A-1-a(1)	1.679	1.67	1.818	1.814	1.555	1.546	1.642	1.639	1.8131	1.6406	9.51%	1.8090	1.6357	9.58%	

2.3.8 Descripción De Canteras

Se han asignado 5 canteras para el Paquete 02, las cuales se presentan resultados de laboratorio que se adjuntaran en los anexos, se describen cada una de las canteras nombradas para las Quebradas Pampa Hermosa – Quirripiano.

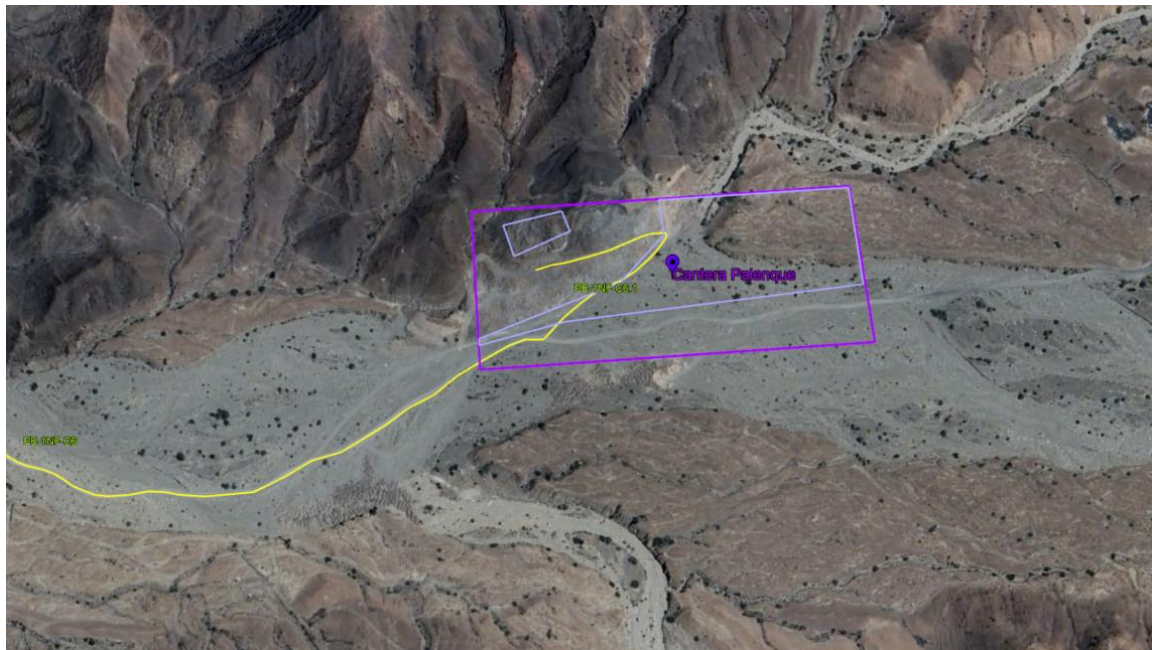
- Cantera Palenque
- Cantera Nuevo Alto Perú 3.
- Cantera Relleno Pampa Hermosa 1
- Cantera Relleno Pampa Hermosa 2
- Cantera Relleno Quirripiano

De las cuales se cuenta con los resultados de laboratorio de las tres canteras.

2.3.8.1 Cantera Palenque

Se ubica a 3.7km de la zona poblada de Sausal, en la zona media de la quebrada Palenque, existe acceso hasta dicha cantera tomando la vía Nacional asfaltada PE-1NF y el acceso de trocha carrozable PE-1NF-C6; luego el acceso PE-1NF-C6.1 hasta la falda del macizo rocoso.

Ilustración 45 Ubicación y acceso – Cantera Tomabal 1



	Vía existente –Trocha carrozable.
---	-----------------------------------

Las coordenadas UTM de ubicación de la Cantera es:

Cuadro 43 Coordenadas de ubicación de la cantera.

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Palenque	7.49	91,617.75	723052.00	9145685.00

a) características de los materiales

Cantera de origen aluvial-proluvial, a manera de gravas dispersas en superficie. El conjunto del depósito tiene una matriz de gravas sub angulosas y sub redondeadas tipo GP-GW o A-1-a (0), arenosa con poca presencia de finos y cantos. Los porcentajes alcanzados de acuerdo a los resultados de laboratorio son gravas 57%, arenas 39% y finos 4%. No presenta plasticidad y tiene una perdida por abrasión máxima de 19.4%.

- Área y Volumen De Explotación**

De acuerdo con la de a continuación, se observa que se tiene disponible un volumen utilizable de 36,647 m3.

Cuadro 44 Cálculo de volumen utilizable – Palenque

Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		91,618 m3
Material de cobertura (m3):	D	0.00 %Vb	0 m3
Volumen Neto	Vn=Vb-D		91,618 m3
Merma	M	60.00 %Vu	54,971 m3
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		54,971 m3
Volumen Utilizable	Vu=Vb-Vd		36,647 m3
Área	7.49652 ha		
Perímetro	1208.91 ml		

Área de explotación:74,965.18 m2

Volumen bruto:91,618 m3

Material de cobertura (m): 0.00 m

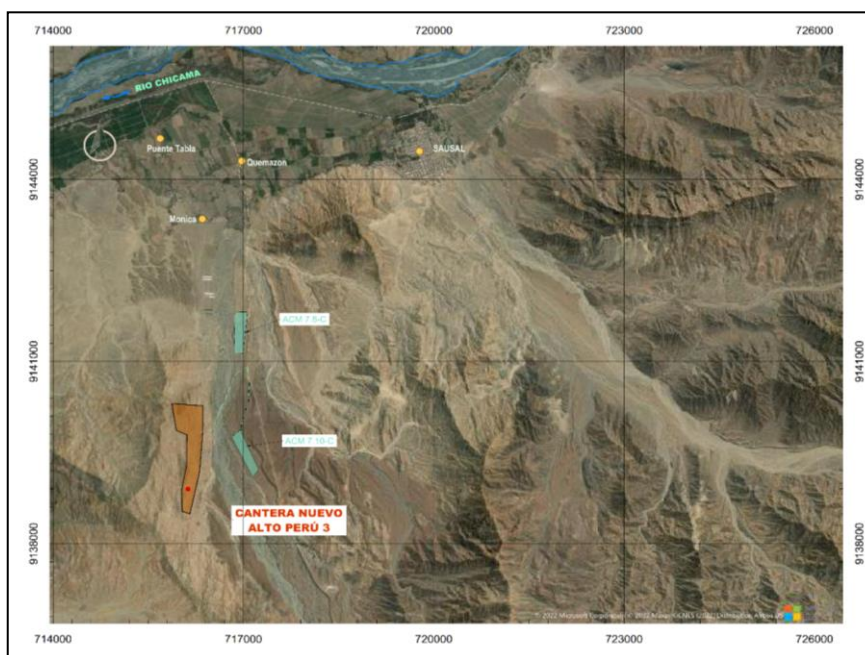
% Merma:60.0

2.3.8.2 Cantera Nuevo Alto Perú 3

Se ubica a 20.4 km desde la Panamericana Norte, siguiendo la vía asfaltada ACC-PE-1NF, luego empalma con el acceso ACC-LI-677, teniendo una condición de trocha carrozable de 4.89 km, finalmente se llega a la cantera Nuevo Alto Perú 3 a través del acceso ACC- LI-677-2 de 1.42 Km.

Alto Perú 3 es una cantera de roca.

Ilustración 46 Ubicación y acceso – Cantera Nuevo Alto Perú 3



Las coordenadas UTM de ubicación de la Cantera es:

Cuadro 45 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Nuevo Alto Perú 3

Vértice	Lado	Distancia	Angulo	Este	Norte
A	A-B	489.39	76°37'41"	715869.84	9140307.00
B	B-C	417.80	94°26'52"	716357.93	9140271.42
C	C-D	672.60	175°18'7"	716359.96	9139853.62
D	D-E	707.43	172°1'46"	716308.13	9139183.02
E	E-F	132.70	85°18'19"	716156.34	9138492.07
F	F-G	373.71	107°22'8"	716029.49	9138531.06
G	G-H	374.56	168°20'40"	716027.64	9138904.76
H	H-I	517.40	190°22'59"	716101.49	9139271.97
I	I-J	185.63	246°37'29"	716110.41	9139789.29
J	J-A	446.88	123°33'57"	715941.31	9139865.87
TOTAL		4318.10	1439°59'58"		

Cuadro 46 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	COORDENADAS	
			ESTE	ESTE
Cantera Nuevo Alto Perú 3(A)	48.53	2'395,151.74	716216.019	9140032.862
Cantera Nuevo Alto Perú 3(B)		608,494	716231.705	9139174.106

a) Características de los materiales

Cantera de afloramiento de rocas ígneas intrusivas de naturaleza granodiorítica, de buena resistencia y con espaciamiento de fracturas entre media a amplia

- **Área y volumen de explotación**

De acuerdo con la de a continuación, se observa que la cantera NAP3-A tiene disponibilidad de un volumen utilizable de 1,916,121m3

Cuadro 47 Cálculo de volumen utilizable – NAP3-A

Cálculo de la disponibilidad de la cantera Nuevo Alto Perú 3(A)			
Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	VB		2,395,152 m ³
Desbroce (h=0.1 m)	D	0.00 %VB	0 m ³
Volumen Neto	VN=VB-D		2,395,152 m ³
Volumen Over (> 12")	VO	0.00 %VN	0 m ³
Volumen explotable	VE=VN-VO		2,395,152 m ³
Merma	M	20.00 %VU	479,030 m ³
Volumen Desechable	VD=D+VO+M		479,030 m ³
Volumen utilizable	VU=VB-D		1,916,121 m ³
Área	11.0780 ha		
Perímetro	3129.836 m		

Según la siguiente tabla que se muestra a continuación, se observa que la cantera NAP3-B tiene disponibilidad de un volumen utilizable de 425,946 m³.

Cuadro 48 Cálculo de volumen preliminar NAP3-B

Cálculo de la disponibilidad de la cantera Nuevo Alto Perú 3(B)			
Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	VB		608,494 m ³
Desbroce (h=0.1 m)	D	0.00 %VB	0 m ³
Volumen Neto	VN=VB-D		608,494 m ³
Volumen Over (> 12")	VO	0.00 %VN	0 m ³
Volumen explotable	Ve=VN-Vo		608,494 m ³
Merma	M	20.00 %VU	182,548 m ³
Volumen Desechable	VD=D+VO+M		182,548 m ³
Volumen utilizable	VU=VB-D		425,946 m ³
Área	6.5653 ha		
Perímetro	3066.68 m		

- **Procedimiento de explotación**

Como los usos principales es de enrocado y piedra mediana, el proceso de extracción se realizará en forma directa con perforación, voladura y cachorro opcional, adicionalmente se utilizará excavadora, cargador frontal y volquetes para el carguío y traslado de material de cantera

- **Periodo de explotación.**

La extracción de la roca puede efectuarse en todos los meses del año.

- **Usos, rendimiento y tratamientos.**

El procesamiento de esta cantera nos proporciona el material para enrocado, según la siguiente tabla

Cuadro 49 Usos, tratamiento y rendimientos de la cantera Nuevo Alto Perú 3

Usos y rendimientos de la cantera Nuevo Alto Perú 3A y B		
Usos	Tratamiento	Rendimiento
Enrocado (0.8m – 1.5m)	Voladura	75.0%
Piedra Mediana (0.2m – 0.8m)	Voladura	25.0%

2.3.8.3 Cantera relleno Pampa Hermosa 1

Se ubica a 11.9km de la zona poblada de Sausal, en la zona baja de la quebrada Pampa hermosa, existe acceso hasta dicha cantera tomando la vía Nacional asfaltada PE-1NF, la vía vecinal afirmada LI-680, la vía existente LI-680-1; finalmente se tiene proyectado el acceso LI-680-1.3 hasta el centro de gravedad de dicha cantera.

Ilustración 47 Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.



	Vía existente –Afirmada.
---	--------------------------

Las coordenadas UTM de ubicación de la Cantera es:

Cuadro 50 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Relleno Pampa Hermosa 1	1.52	11,230.28	726700.00	9150306.00

a) Características de los materiales

Cantera de origen aluvial, a manera de gravas y bolonería de Tamaño máximo 40" dispersas en superficie. El conjunto del depósito tiene una matriz de gravas mal gradadas sub angulosas y sub redondeadas tipo GP o A-1-a (0), arenosa con poca presencia de finos y cantos. Los porcentajes alcanzados de acuerdo a los resultados de laboratorio son gravas 58%, arenas 40% y finos 2%. No presenta plasticidad y tiene una perdida por abrasión máxima de 21.8%.

- **Área y volumen de explotación**

De acuerdo con la de a continuación, se observa que se tiene disponible un volumen utilizable de 4,492 m3.

Cuadro 51 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1

Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		11,230 m3
Material de cobertura (m3) :	D	0.00 %Vb	0 m3
Volumen Neto	Vn=Vb-D		11,230 m3
Merma	M	60.00 %Vu	6,738 m3
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		6,738 m3
Volumen Utilizable	Vu=Vb-Vd		4,492 m3
Área	1.52304 ha		
Perímetro	669.65 ml		

- Área de explotación: 15,230.42 m2
- Volumen bruto: 11,230 m3
- Material de cobertura (m): 0.00 m
- % Merma: 60.0

2.3.8.4 Cantera relleno Pampa Hermosa 2

Se ubica a 11.2km de la zona poblada de Sausal, en la zona baja de la quebrada Pampa hermosa, existe acceso hasta dicha cantera tomando la vía Nacional asfaltada PE-1NF, la vía vecinal afirmada LI-680, la vía existente LI-680-1; finalmente se tiene proyectado el acceso LI-680-1.2 hasta el centro de gravedad de dicha cantera.

Ilustración 48 Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.



	Vía existente –Afirmada.
---	--------------------------

Las coordenadas UTM de ubicación de la Cantera es:

Cuadro 52 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Relleno Pampa Hermosa 2	1.23	44,033.47	726574.00	9150732.00

b) Características de los materiales

Cantera de origen aluvial a manera de gravas y bolonería de Tamaño máximo 40" dispersas en superficie. El conjunto del depósito tiene una matriz de gravas mal gradadas sub angulosas y

sub redondeadas tipo GP o A-1-a (0), arenosa con poca presencia de finos y cantos. Los porcentajes alcanzados de acuerdo a los resultados de laboratorio son gravas 54%, arenas 44% y finos 2%. No presenta plasticidad y tiene una pérdida por abrasión máxima de 22.1%.

- **Área y volumen de explotación**

De acuerdo con la de a continuación, se observa que se tiene disponible un volumen utilizable de 17,613 m³.

Cuadro 53 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1

Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		44,033 m ³
Material de cobertura (m ³) :	D	0.00 %Vb	0 m ³
Volumen Neto	Vn=Vb-D		44,033 m ³
Merma	M	60.00 %Vu	26,420 m ³
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		26,420 m ³
Volumen Utilizable	Vu=Vb-Vd		17,613 m ³
Área	1.23804 ha		
Perímetro	564.10 ml		

Área de explotación: 12,380.37 m²

Volumen bruto: 44,033 m³

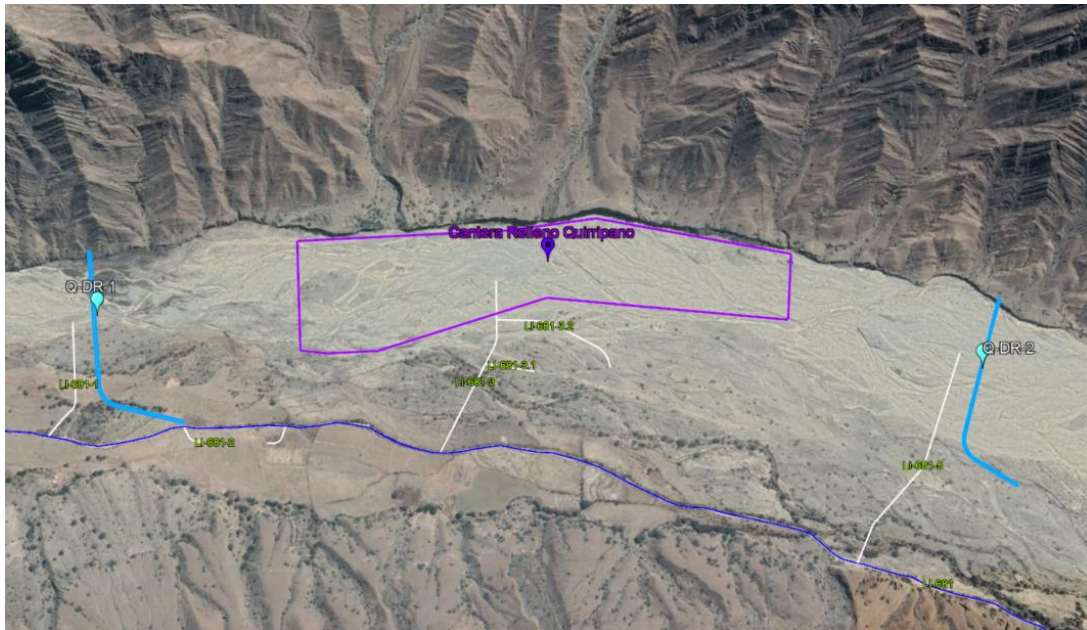
Material de cobertura (m): 0.00 m

% Merma: 60.0

2.3.8.5 Cantera rellena Quirripaño

Se ubica a 11.1km de la zona poblada de Sausal, en la zona baja de la quebrada Quirripaño, existe acceso hasta dicha cantera tomando la vía Nacional asfaltada PE-1NF, la vía vecinal afirmada LI-680 y LI-681; finalmente se tiene proyectado el acceso LI-681-3 hasta el centro de gravedad de dicha cantera.

Ilustración 49 Ubicación y acceso – Cantera Relleno Pampa Hermosa 1.



Vía vecinal-Afirmada.

Las coordenadas UTM de ubicación de la Cantera es:

Cuadro 54 Coordenadas de ubicación, Área bruta y Volumen bruto de la cantera.

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Relleno Quirripano	19.43	197,830.02	728585.00	9152403.00

c) Características de los materiales

Cantera de origen aluvial-proluvial, a manera de gravas y bolonería de Tamaño máximo 40" dispersas en superficie. El conjunto del depósito tiene una matriz de gravas sub angulosas y sub redondeadas tipo GP y GW o A-1-a (0), arenosa con poca presencia de finos y cantos. Los porcentajes alcanzados de acuerdo a los resultados de laboratorio son gravas 59%, arenas 39% y finos 2%. No presenta plasticidad y tiene una perdida por abrasión máxima de 18.2%.

- Área y volumen de explotación**

De acuerdo con la de a continuación, se observa que se tiene disponible un volumen utilizable de 79,132 m3.

Cuadro 55 Cálculo de volumen utilizable – Relleno Pampa Hermosa 1

Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		197,830 m3
Material de cobertura (m3) :	D	0.00 %Vb	0 m3
Volumen Neto	Vn=Vb-D		197,830 m3
Merma	M	60.00 %Vu	118,698 m3
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		118,698 m3
Volumen Utilizable	Vu=Vb-Vd		79,132 m3
Área	19.43066 ha		
Perímetro	2497.09 ml		

Área de explotación: 194,306.60 m2

Volumen bruto: 197,830 m3

Material de cobertura (m): 0.00 m

% Merma: 60.0

2.3.9 Identificación y selección de depósitos de materiales excedentes (DME) y material Orgánico (DMO).

El presente ítem tiene por objetivo mostrar los DME's y DMO's que serán utilizadas durante la ejecución del proyecto.

Para la identificación de los DME's se han analizado los criterios, ambientales, sociales, accesibilidad, técnicos y permisos. Con la búsqueda realizada se ha identificado los siguientes DME's:

Cuadro 56 DME's - Paquete 02

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	VOLUMEN (m3) (DISEÑO CAD)	PROPIETARIO	ESTATUS
2	DME 2.1-C	Depósito de material excedente	41,139.34	4.11	79,801.07	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO
2	DME 2.2 –C	Depósito de material excedente	8,024.31	0.80	39,048.68	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO
2	DME 2.3 – C	Depósito de material excedente	54,410.06	5.44	166,743.50	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO
2	DME 2.5 – C	Depósito de material excedente	16,526.92	1.65	24,825.90	-ESTADO PERUANO -JORGE LUIS GARCIA MONTOYA	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -LIBERADO - POSEEDOR

Para la identificación de los DMO's se han analizado los criterios, ambientales, sociales, accesibilidad, técnicos y permisos. Con la búsqueda realizada se ha identificado los siguientes DMO's:

Cuadro 57 DMO's - Paquete 02

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	VOLUMEN (m3) (DISEÑO CAD)	PROPIETARIO	ESTATUS
2	DMO 2.1-V	Depósito de material orgánico	8,377.09	0.83	16,162.68	-ESTADO PERUANO -JORGE LUIS GARCIA MONTOYA	PENDIENTE AFECTACION EN USO
2	DMO 2.2 – C	Depósito de material orgánico	15,776.82	1.57	29,279.64	-ESTADO PERUANO - Gestionando Identificación De Titulares (Poseedores)	PENDIENTE AFECTACION EN USO

Se cuenta con dos DMO, el primero identificado como DMO 2.1-C se encuentra en propiedad del estado peruano el trámite para su liberación será mediante afectación en uso, el segundo DMO 2.2-C se viene gestionando la identificación de los titulares para obtener el acta de pre acuerdo.

2.3.10 Identificación y selección de fuentes de agua.

La construcción de las obras del Paquete 2 – Quebrada Pampa Hermosa y Quirripaño requieren uso de agua y estratégicamente se han identificado cuatro (04) fuentes de agua las cuales serán sometida a muestreos para verificar la calidad del recurso hídrico de dichas fuentes (pH, contenido de sulfatos, contenido de cloruro, sólidos en suspensión y materia orgánica) y determinar si sus resultados de análisis químico superan los límites máximos permitidos por las especificaciones técnicas para concreto portland:

Cuadro 58 Fuentes de Agua Paquete 02

PAQUETE	TIPO DE FUENTE DE AGUA	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA, SEGÚN PROYECTO	DATUM WGS84		ESTATUS ALA
				Coordenada Este	Coordenada Norte	
2	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 2.1-C	724857.0	9151301.0	PENDIENTE
2	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 6.3-C	724667.0	9152115.0	PENDIENTE
2	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 6.5-C	725591.0	9153026.0	PENDIENTE
2	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 6.6-C	725592.0	9152987.0	PENDIENTE

Cabe indicar que con la aprobación de las fuentes de agua ante la junta de usuarios de agua del sector hidráulico menor Chicama, se encuentra elaborando la memoria y planos para la aprobación ante la entidad correspondiente (ALA).

2.3.11 Modelamiento hidráulico.

2.3.11.1 Caudales máximos.

A. Subcuenca Qda. Quirripango.

Cuadro 59 Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la Qda. Quirripango – RCP 8.5

Escenario de Cambio Climático	Caudal Máximo (m³/s)						FEN 2017
	Tr: 2 años	Tr:10 años	Tr:25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 200 años	
RCP 8.5	0	1.60	9.10	35.90	112.40	236.90	51.10

Los caudales líquidos con cambio climático de la Quebrada Quirripango han sido ingresados al modelo bidimensional HEC RAS v6.3, para obtener hidrogramas de flujo hiperconcentrados

La metodología de cálculo de los factores reológicos (esfuerzo de cedencia, viscosidad y concentración volumétrica) se presentan en el ítem **“Estimación del caudal sólido y volumen de sedimentos”**

En el siguiente cuadro se presentan el caudal de flujo hiperconcentrado máximo con cambio climático de la Qda. Quirripango para el escenario 8.5 y periodo de retorno de 100 años.

Cuadro 60: Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la quebrada Quirripango – RCP 8.5

Escenario de Cambio Climático	Concentración volumétrica	Factor de incremento	Caudal Máximo hiperconcentrado TR 100 (m³/s)
RCP 8.5	0.40	1.667	186.75

B. Subcuenca Qda. Pampa Hermosa.

En el Cuadro 61 se presentan los caudales líquidos máximos con cambio climático de la subcuenca Pampa Hermosa para el escenario 8.5 para diferentes periodos de retorno.

Cuadro 61: Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la subcuenca Pampa Hermosa-RCP 8.5

Subcuenca	Caudal Máximo (m³/s)						FEN 2017
	Tr: 2 años	Tr:10 años	Tr:25 años	Tr: 50 años	Tr:100 años	Tr:200 años	
Pampa Hermosa_1A	6.80	12.30	17.01	22.42	29.07	37.64	32.36
Pampa Hermosa_1B	1.30	2.34	3.24	4.27	5.54	7.17	6.16

Los caudales líquidos con cambio climático de la subcuenca de Quebrada Pampa Hermosa han sido ingresados al modelo bidimensional HEC RAS v6.4.1, para obtener hidrogramas de flujo hiperconcentrados

La metodología de cálculo de los factores reológicos (esfuerzo de cedencia, viscosidad y concentración volumétrica) se presentan en el ítem “**Estimación del caudal sólido y volumen de sedimentos**”

El siguiente cuadro se presenta el caudal de flujo hiperconcentrado máximo con cambio climático de la subcuenca Qda. Pampa Hermosa para el escenario 8.5 y periodo de retorno de 100 años.

Cuadro 62 Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la quebrada Pampa Hermosa- RCP 8.5

Escenario de Cambio Climático	Concentración volumétrica	Factor de incremento	Caudal Máximo hiperconcentrado TR 100 (m³/s)
Pampa Hermosa 1	0.40	1.667	48.45
Pampa Hermosa 2	0.40	1.667	7.74

2.3.11.2 Determinación de parámetros reológicos

La metodología de O’Brien y Julien (1988) se empleó para estimar las relaciones entre las viscosidades dinámicas y esfuerzos de cedencia de los flujos no newtoniano en las quebradas Pampa hermosa y Quirripango.

A. Modelo reológico Cuadrático (ecuación de O’Brien).

El modelo cuadrático fue propuesto por O'Brien y Julien (1985) y combina tensiones debidas a: (1) cohesión, (2) fricción interna entre sedimento y fluido, (3) turbulencia y (4) impacto inercial entre partículas. El modelo cuadrático se puede escribir como:

$$\begin{aligned}\tau_{MD} &= \tau_y + \tau_v + \tau_d \\ \tau_v &= \mu_m \dot{\gamma} \\ \tau_d &= c_{Bd} \rho_s \lambda^2 d_s^2 \dot{\gamma}^2\end{aligned}$$

Dónde τ_d es el estrés dispersivo, c_{Bd} es un coeficiente empírico, ρ_s es la densidad de partículas del sedimento, d_s es un diámetro de partícula representativo, y λ es la concentración lineal de sedimentos. El estrés dispersivo fue propuesto originalmente por Bagnold (1954). Bagnold (1954) y Takahashi (1980) propusieron $c_{Bd} = 0.01$. La concentración lineal de sedimentos λ se define por (Bagnold 1954).

$$\frac{1}{\lambda} = \left(\frac{C_{max}}{C_v} \right)^{1/3} - 1$$

donde C_v es la concentración de sedimento por volumen y C_{max} es la concentración máxima de sedimento. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la tensión dispersiva en función de la concentración y la velocidad de corte. La formulación muestra un fuerte aumento a medida que la concentración se acerca a la concentración máxima.

B. Caracterización granulométrica del material del lecho de Qda. Quirripango y Pampa Hermosa.

Los análisis granulométricos del material de la matriz fina de los depósitos encontrados en el lecho durante la campaña de noviembre del 2022 se realizaron mediante dos metodologías:

- Las fracciones comprendidas entre 3 pulgadas y 0.074 mm (malla 200) se analizaron por el método del tamizado.

- Las fracciones inferiores a la malla 200 se analizaron por el método del hidrómetro.

En el siguiente cuadro se resume la información proveniente de los análisis granulométricos realizado por el laboratorio SIG INGENIEROS SAC de las 02 muestras tomadas en el lecho de Quebrada Pampa Hermosa y Quirripiano. Se describe el porcentaje de gravas, arenas y finos de la fracción tamizable, y el porcentaje de arcilla, d₅₀, d₁₆ y d₈₄ del material que pasa la malla 200.

Cuadro 63 Caracterización granulométrica

Calicata	Prueba Tamizado			D50 de toda la muestra (mm)	Prueba sedimentación			
	Porcentaje gravas (%)	Porcentaje arenas (%)	Porcentaje finos (%)		% arcilla (mm)	D ₁₆ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₄ (mm)
Q-RE-CC-01	57.8	39.40	2.8	8.69	0.50	0.0417	0.0224	0.0088
PH-RE-CC-01	50.1	46.89	3	4.89	0.50	0.0390	0.0212	0.0080

Los resultados determinan que el material predominante del cauce es grava pobremente graduada. Se observa asimismo que, de la fracción que pasa la malla 200, el porcentaje de arcillas es de 0.5 %, el d₅₀ de dicha fracción que pasa la malla 200 es 0.0218 mm y el d₅₀ de toda la muestra es 6.75 mm.

C. Relaciones de viscosidad y esfuerzo cedencia

De acuerdo con O'Brien y Julien (1988), las relaciones de viscosidad y esfuerzo de cedencia de los flujos con las concentraciones de sólidos del material fino suspendido están en función de los contenidos de arcilla y de los diámetros representativos del material sólido de la porción fina de la matriz.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de O'Brien y Julien (1988) del material sólido de la porción fina de la matriz en función de sus contenidos de arcilla y de sus diámetros representativos.

Cuadro 64 Propiedades de las matrices de flujo (solo lima y arcilla)

Modelo	Distribución del tamaño de sedimentos				Límite líquido	Límite plástico
	% arcilla	D ₁₆ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₄ (mm)		
Glenwood original	4.8	0.01	0.034	0.062	--	--
Glenwood Sample 1	6.8	0.009	0.023	0.05	--	--
Glenwood Sample 2	3	0.016	0.035	0.061	--	--
Glenwood Sample 3	4.8	0.011	0.025	0.053	--	--
Glenwood Sample 4	7.6	0.001	0.018	0.032	--	--
Aspen Pit 1	31.3	0.001	0.011	0.032	0.32	0.11
Aspen Natural Soil	27	0.001	0.012	0.028	0.25	0.06
Aspen Mine Fill	27.8	0.001	0.013	0.03	0.24	0.06
Aspen Natural Soil Source	31.6	0.001	0.016	0.039	--	--
Aspen Mine Fill Source	25.2	0.001	0.018	0.061	--	--

En función de dicha clasificación, las relaciones entre los esfuerzos de cedencia (τ) en dinas/cm² y las viscosidades dinámicas (μ m) en poisses con las concentraciones volumétricas (Cv) de sólidos

suspendidos de la matriz fina, se definen mediante las relaciones $\tau_y = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$ y $\mu_m = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$ donde los valores de α_i y β_i se obtienen del siguiente cuadro

Cuadro 65 Parámetros de las relaciones de esfuerzo de cedencia y viscosidad

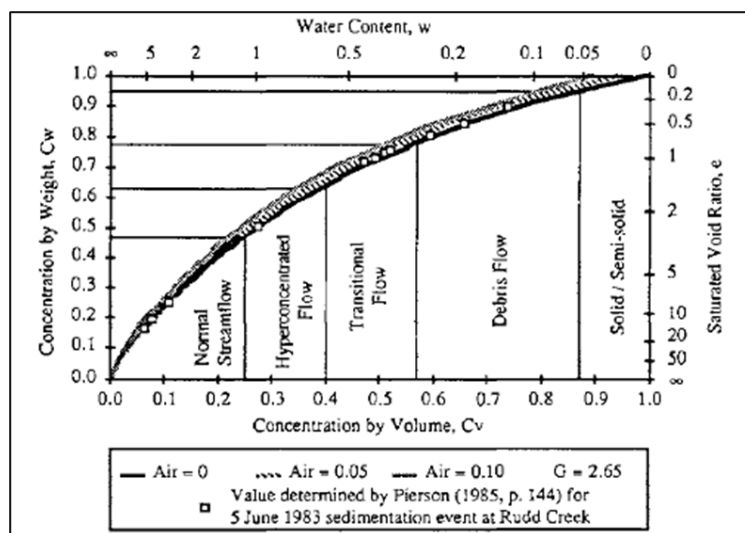
Modelo reológico	Esfuerzo Cedencia		Viscosidad dinámica	
	α	β	α	β
Aspen Pit 1	0.1810	25.7	0.036	22.1
Aspen Natural Soil	0.1520	18.7	0.00136	28.4
Aspen Mine Fill	0.0473	21.1	0.128	12
Aspen Mine Source Area	0.2910	14.3	0.000201	33.1
Glenwood sample 2	0.0765	16.9	0.0648	6.2
Glenwood sample 3	0.0007	29.8	0.00632	19.9
Glenwood sample 1	0.0345	20.1	0.00283	23
Glenwood sample 4	0.0017	29.5	0.000602	33.1

En las Quebradas Pampa Hermosa y Quirripaño, el contenido de arcilla de la fracción fina de la matriz de las muestras del lecho es de 0.5 %, y el d50 es 0.039 mm; la clasificación que más se aproxima a la muestra es el tipo Glenwood 2. Para dicha clasificación, los valores de los parámetros α y β son $\alpha_1 = 0.0765$, $\beta_1 = 16.9$, $\alpha_2 = 0.0648$ y $\beta_2 = 6.2$.

D. Concentración volumétrica

De acuerdo con la siguiente Ilustración elaborada por Keaton (1991), la concentración volumétrica para flujos de escombros típicamente se encuentra entre los valores de 0.57 y 0.87. En el caso de flujos normales a flujos hiperconcentrados típicamente se encuentra en el rango entre 0.15 y 0.40. Existe una zona transicional donde podrían presentarse ambos tipos de flujo con concentraciones volumétricas entre 0.40 y 0.57.

Ilustración 50 Relación entre concentración por peso y volumen



El flujo hiperconcentrado de Quebrada Pampa Hermosa y Quirripaño ha sido modelado considerando una concentración volumétrica de 40%, esfuerzo de cedencia de 6.6 Pa y viscosidad dinámica de 0.08 Pa-s. La concentración volumétrica se determinó a partir calibración del modelo hidráulico y el análisis de sensibilidad tal como se indica más adelante en el ítem “Validación y Sensibilidad”

E. Parámetros reológicos para modelo

Para realizar la simulación hidráulica del fluido no newtoniano es necesario de parámetros reológicos como:

- Concentración volumétrica, en porcentaje (%)
- Esfuerzo de cedencia, en Pascales (Pa)
- Viscosidad dinámica de la mezcla, en Pascal-segundo (Pa-s) ó Newton-segundo por metro cuadrado (N-s m-2), también se le llama Poiseuille (PI).
- Tamaño de partícula representativo, en mm

Para realizar la simulación hidráulica del fluido no newtoniano de Qda. Pampa Hermosa y Quirripango se ha utilizado una concentración volumétrica de 40 % (previa calibración y análisis de sensibilidad), el diámetro representativo de la partícula corresponde al D50 de la muestra total (6.75 mm).

Otros parámetros se han estimado con ecuaciones empíricas usando la concentración volumétrica como exponente tal como se indica en el siguiente cuadro.

$$\text{Esfuerzo de cedencia: } \tau_y = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$$

$$\text{Viscosidad: } \mu_m = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$$

Cuadro 66 Esfuerzo de cedencia (Pa) para diferentes concentraciones

Parámetros del modelo Glenwood sample 2		Concentración volumétrica					
Alfa	Beta	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
0.0765	16.9000	1.22	2.83	6.60	15.36	35.76	193.82

Cuadro 67 Viscosidad (Pa-s) para diferentes concentraciones

Parámetros del modelo Glenwood sample 2		Concentración volumétrica					
Alfa	Beta	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
0.0648	6.2000	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.27

En la siguiente ilustración se presenta la interfaz de ingreso de los parámetros reológicos del modelo HEC RAS v6.4.1.

Ilustración 51 Parámetros reológicos ingresados al modelo de Qda. Pampa Hermosa y Quirripango

2.3.11.3 Calibración del Modelo Hidráulico.

A. Calibración.

La calibración del modelo de flujo hiperconcentrados se realizó en 2 puntos con la finalidad de eliminar la incertidumbre de los resultados del RIBA 3, se ha tomado los mismos puntos de calibración indicados en el informe “PY-PE-400195-CHN-HD-EN-0002”. Ambos puntos se encuentran en la zona media del cauce, las coordenadas de estos puntos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 68 Ubicación de los puntos de calibración de la Qda. Pampa Hermosa y Quirripango

PUNTO	E (m)	N (m)
01	726204.00	9151353.00
02	727514.89	9152435.00

La calibración se realizó considerando el flujo hiperconcentrado de concentración volumétrica de 40%, esfuerzo de cedencia de 6.6 Pa, viscosidad dinámica de 0.08 Pa-s diámetro representativo de la muestra de 6.75mm. Las marcas obtenidas en campo se muestran en la siguiente figura.

Ilustración 52 Identificación de alturas de agua en el RIBA 3 para FEN 2017



Ilustración 53 Puntos de calibración RIBA 3 - FEN 2017 Quebrada Pampa Hermosa

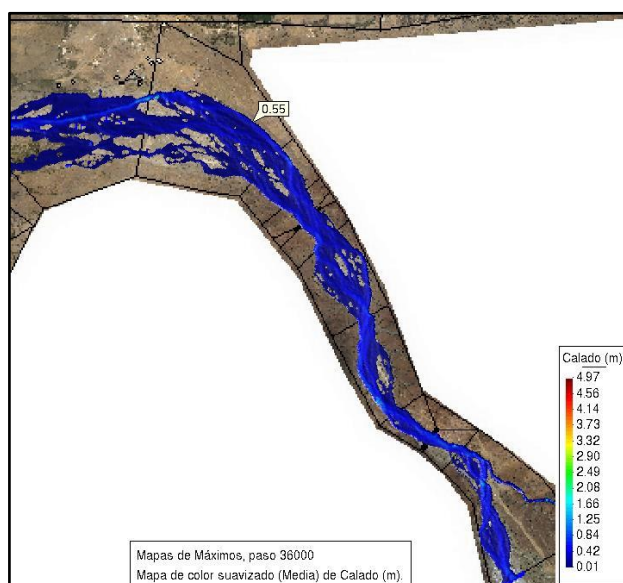
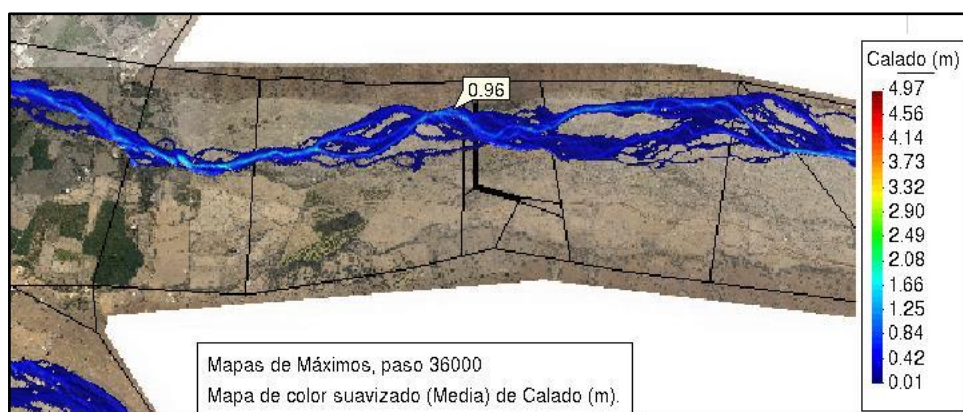


Ilustración 54 Puntos considerados del RIBA 3 - FEN 2017 Quebrada Quirripaño



En el siguiente cuadro se presentan los tirantes de la modelización hidráulica del RIBA 3 y los tirantes del RIBA 4.

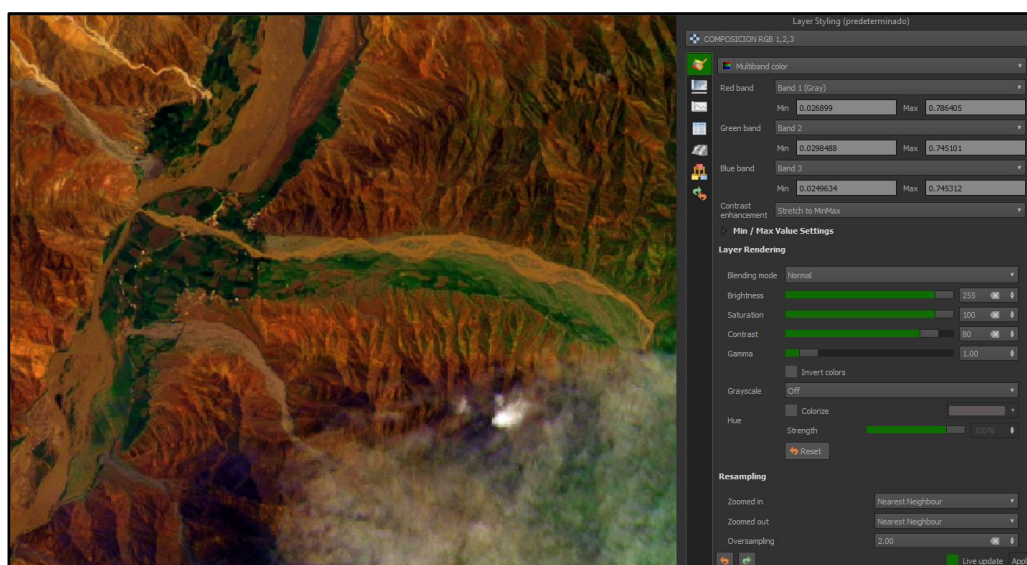
Cuadro 69 Comparación de tirantes del FEN del RIBA 3 Y RIBA 4

PUNTO	QUEBRADA	Tirante RIBA 3 (m)	Tirante RIBA 4 (m)
01	PAMPA HERMOSA	0.55	0.58
02	QUIRRIPANO	0.95	0.99

B. Validación.

La validación de la huella de inundación del FEN 2017 se realizó con imágenes satelitales de Landsat 08, fecha 21/03/2017; para una mejor apreciación de la huella de detritos captada por el satélite se ha realizado la siguiente combinación de bandas: B04-B03-B02. Esta combinación permite identificar la mancha de inundación que ha generado el evento

Ilustración 55 Combinación de bandas utilizada en la imagen histórica Landsat 8



Se han discretizado 03 zonas que se han considerado determinantes para el análisis de la calibración.

En la zona 01 se observa un tramo del río Chicama donde vierten sus aguas las quebradas Pampa Hermosa y Quirripiano, identificándose en esta parte que la huella del MH del FEN desborda menos que la huella de inundación de la imagen satelital histórica del FEN.

En la zona 02 se observa aguas arriba dos afluentes donde nace la quebrada Pampa Hermosa, los cuales avanzan, convergen sus aguas y fluyen aguas abajo generando pequeñas bifurcaciones hasta llegar al río Chicama, presentando en todo el tramo un menor caudal y por lo tanto menor área de desborde del MH del FEN en comparación a la huella de inundación de la imagen satelital histórica del FEN.

En la zona 03 se observa aguas arriba como avanza el flujo de agua de la quebrada Quirripiano generando pequeñas bifurcaciones hasta verter sus aguas en el río Chicama, presentando una huella con un desbordamiento similar al MH del FEN con respecto a la huella de la imagen satelital histórica del FEN. Concluyéndose que esta zona en particular donde se ubica la quebrada Quirripiano es la que presenta una mayor similitud de la huella del MH con la huella de la imagen satelital.

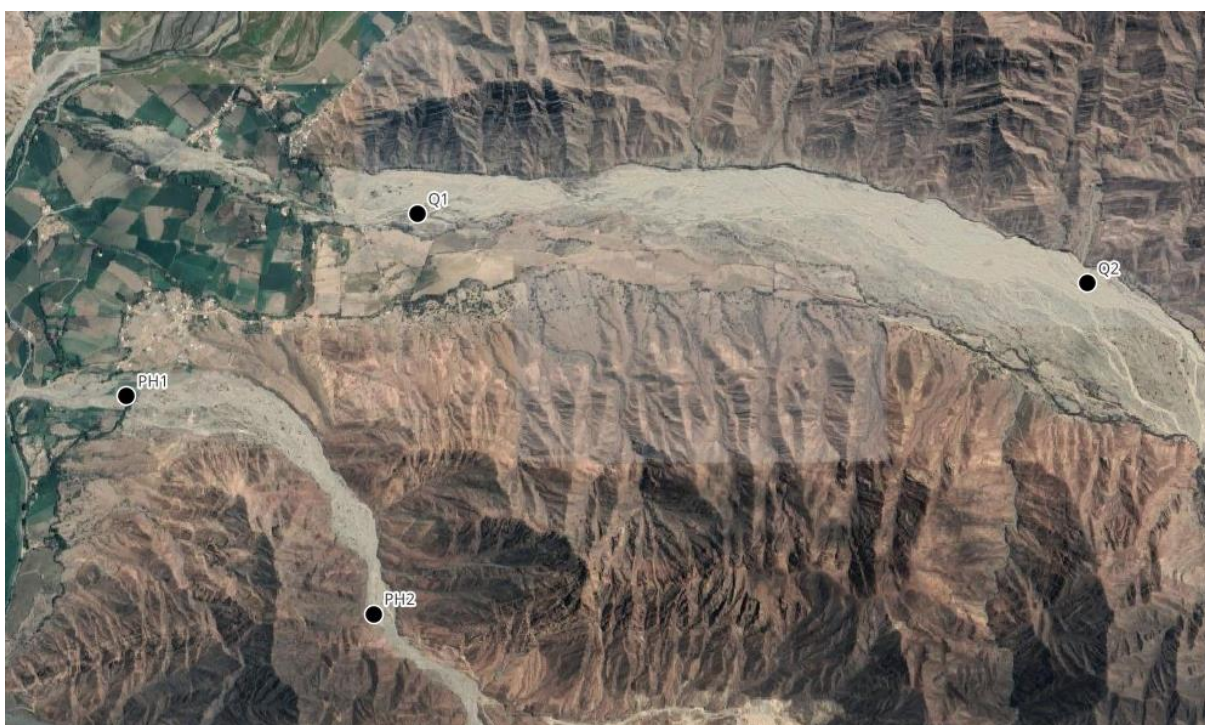
Ilustración 56 Inundación con diferente concentración volumétrica, zona 01



C. Sensibilidad.

El análisis de sensibilidad se realizó en 04 puntos donde los tirantes y velocidades presentan valores altos, la ubicación de los puntos de análisis se presenta en la siguiente Ilustración y cuadro.

Ilustración 57 Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qda. Pampa Hermosa y Quirripango



Cuadro 70 Ubicación de los puntos de sensibilidad - Qda. Pampa Hermosa y Quirripango

Quebrada	PUNTO	X	Y
Quirripango	Q1	726886	9152264
	Q2	730184	9151922
Pampa Hermosa	PH1	725453	9151367
	PH2	726670	9150294

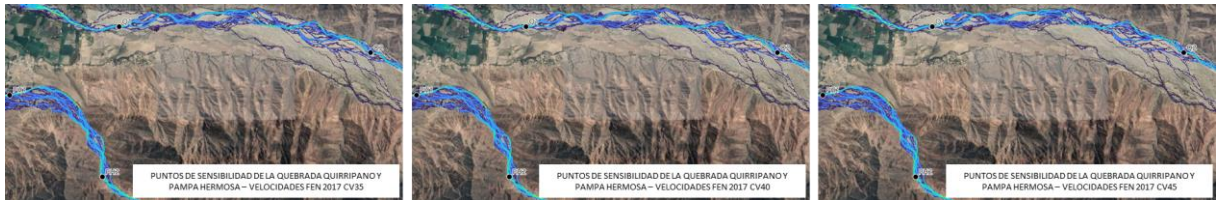
Este análisis se realizó para concentraciones de 35%, 40% y 45% con la finalidad de evaluar la influencia de los cambios de concentraciones volumétricas en los resultados del modelo hidráulico de la

Quebrada Pampa Hermosa y Quirripango. Las figuras a continuación nos muestran las extensiones de la huella para las diferentes concentraciones volumétricas, el cual será usado para el análisis de sensibilidad en la Quebrada Pampa Hermosa y Quirripango.

Ilustración 58 Variación de las velocidades para diferentes cv



Ilustración 59 Variación de las velocidades para diferentes cv



Los resultados determinan que los cambios en cuanto a tirantes son mínimos para un CV 35, CV 40 y CV 45%, pero en el caso de las velocidades si son relativamente distintas entre sí, debido a que la viscosidad de cada CV es diferente, por lo tanto, se concluye que existe una baja sensibilidad para la quebrada con respecto a cada concentración volumétrica evaluada.

Cuadro 71 Puntos de sensibilidad para el escenario FEN17, Qda. Pampa Hermosa y Quirripango.

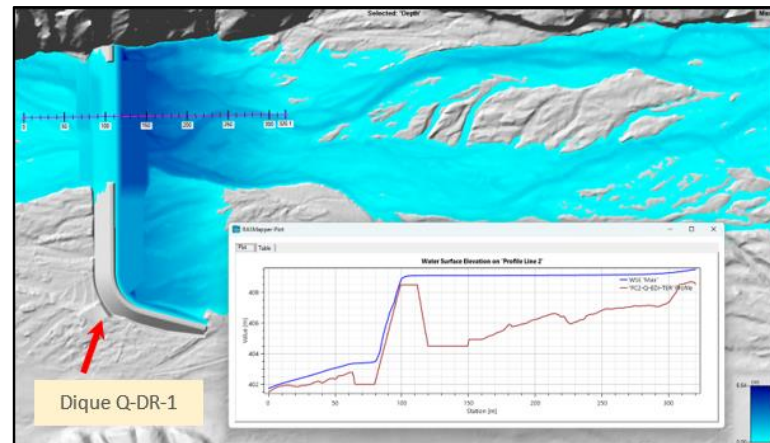
Quebrada	PUNTO	TIRANTE (m)			VELOCIDAD (m/s)		
		CV-35	CV-40	CV-45	CV-35	CV-40	CV-45
Quirripango	Q1	1.28	1.32	1.36	3.84	3.86	3.95
	Q2	1.17	1.20	1.24	3.45	3.49	3.57
Pampa Hermosa	PH1	0.91	0.94	0.99	3.39	3.47	3.56
	PH2	0.69	0.72	0.76	2.89	2.96	3.02

2.3.11.4 Resultados del modelamiento Hidráulico con proyecto

A. Análisis de tirantes – Tr 100 años.

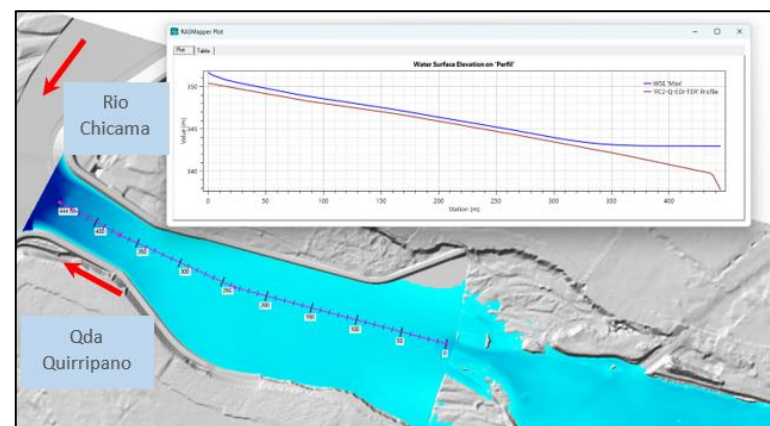
En la siguiente ilustración se observa que la cota de agua en el vertedero Q-DR-1 es 409.10 msnm y produce un tirante de 0.60m.

Ilustración 60 Perfil de agua en el dique Q-DR-1



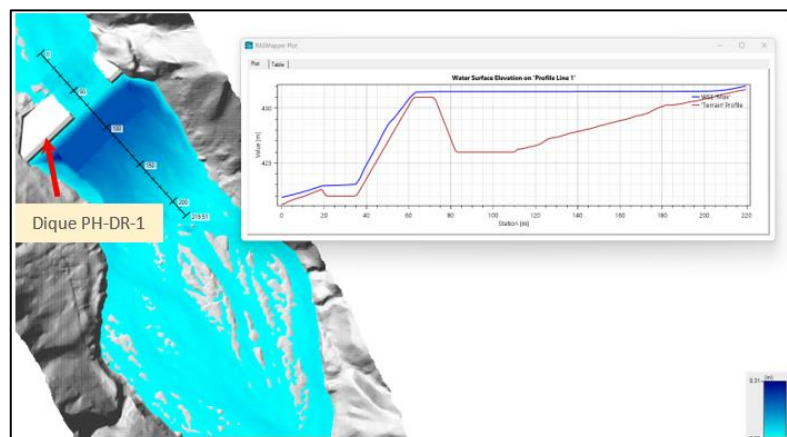
En la siguiente ilustración se observa el perfil de flujo en la confluencia de la Quebrada Quirripango con el río Chicama. La cota de agua en el río Chicama es 342.97 msnm.

Ilustración 61 Perfil de agua en el encauzamiento de quebrada Quirripango



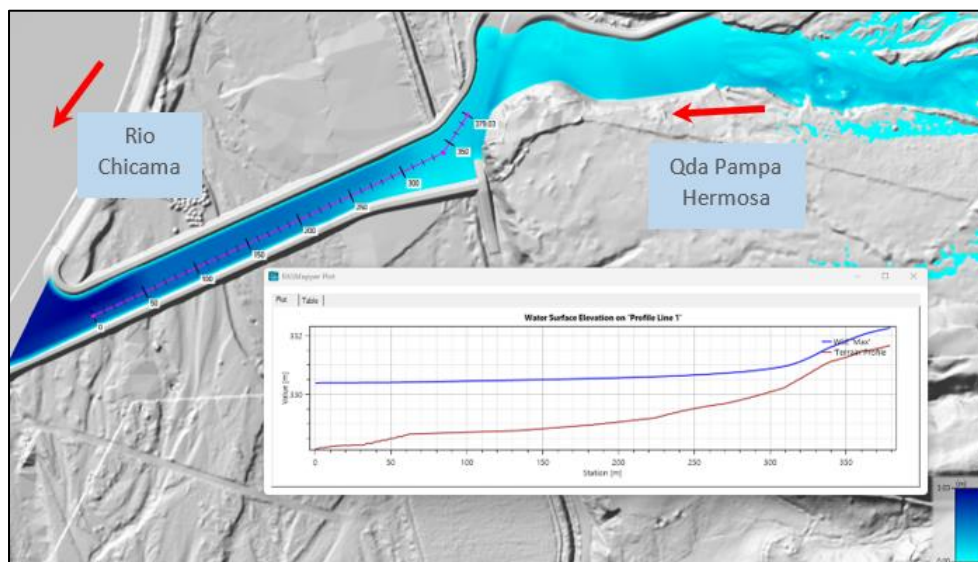
En la siguiente Ilustración se observa que la cota de agua en el vertedero PH-DR-1 es 431.52 msnm y produce un tirante de 0.52m.

Ilustración 62 Perfil de agua en el dique Q-DR-1



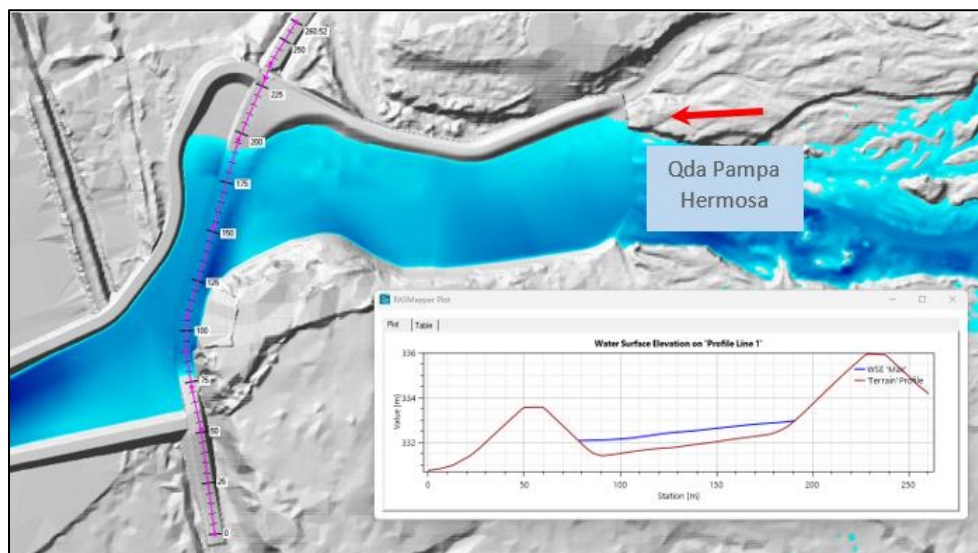
En la siguiente ilustración se observa el perfil de flujo en la confluencia de la Quebrada Pampa Hermosa con el río Chicama. La cota de agua en el río Chicama es 330.40 msnm.

Ilustración 63 Perfil de agua en el encauzamiento de quebrada Pampa Hermosa



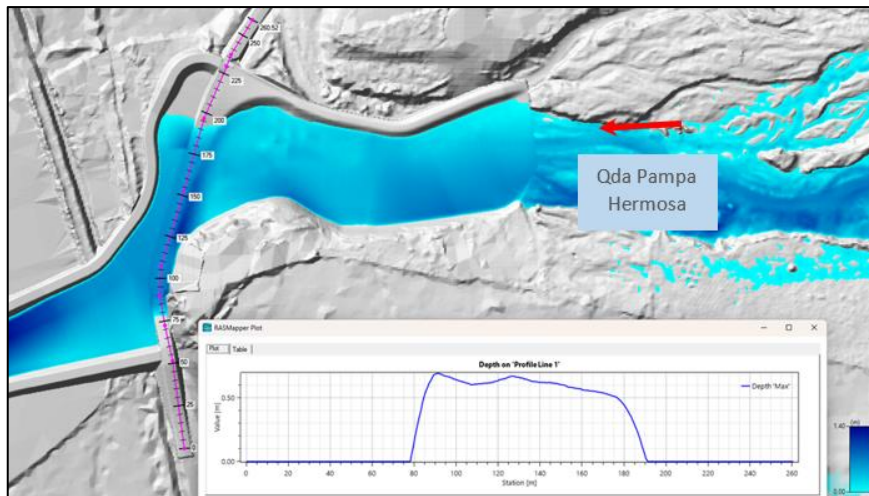
En la siguiente Ilustración se observa el perfil de flujo en el baden de Quebrada Pampa Hermosa.

Ilustración 64 Perfil de agua en el baden de quebrada Pampa Hermosa



En la siguiente ilustración se observa que el baden de Quebrada Pampa Hermosa alcanza un tirante máximo de 0.70m.

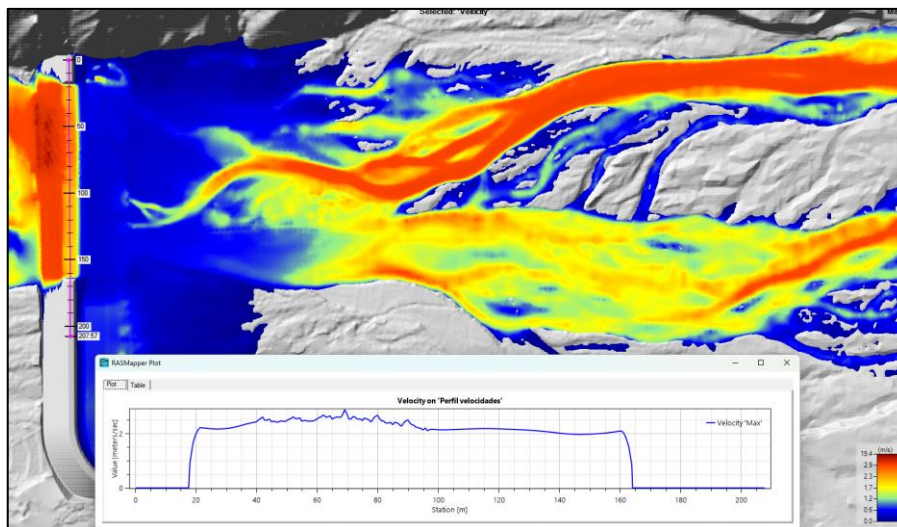
Ilustración 65 Tirante en el baden de quebrada Pampa Hermosa



B. Análisis de velocidades – Tr 100 años.

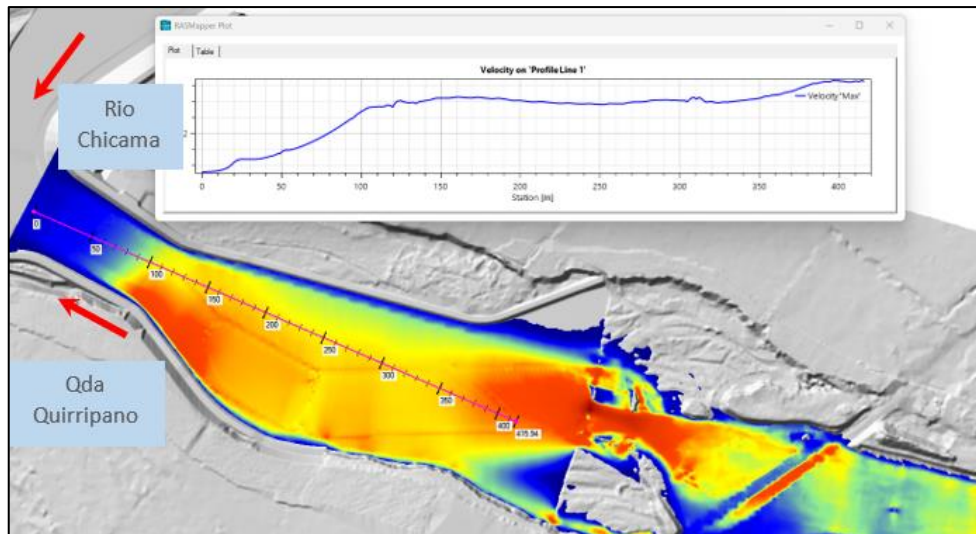
En la siguiente ilustración se observa que en el vertedero Q-DR-1 se alcanza una velocidad máxima de 2.5 m/s

Ilustración 66 Perfil de velocidades en el vertedero del dique Q-DR-1



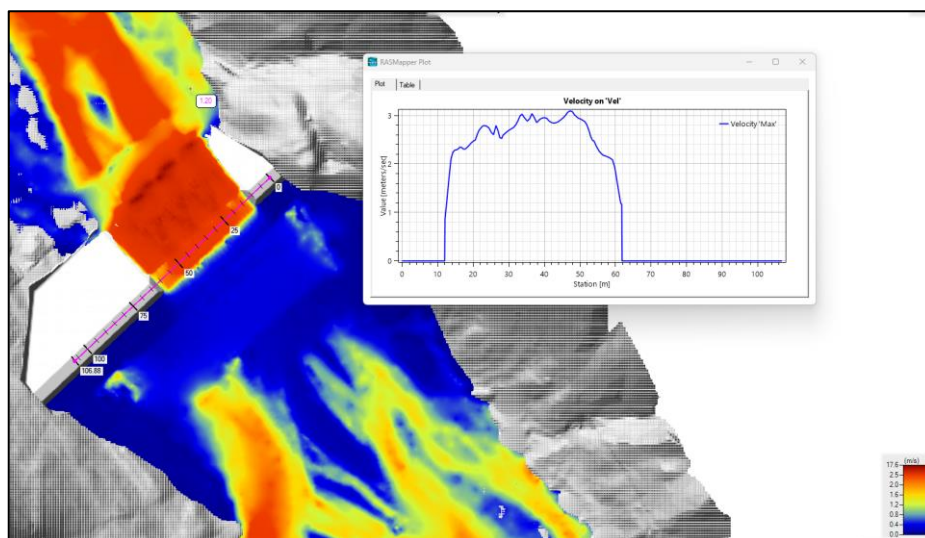
En la siguiente ilustración se observa que el encauzamiento de quebrada Quirripango presenta velocidades hasta de 4 m/s.

Ilustración 67 Mapa de velocidades en encauzamiento de quebrada Quirripano



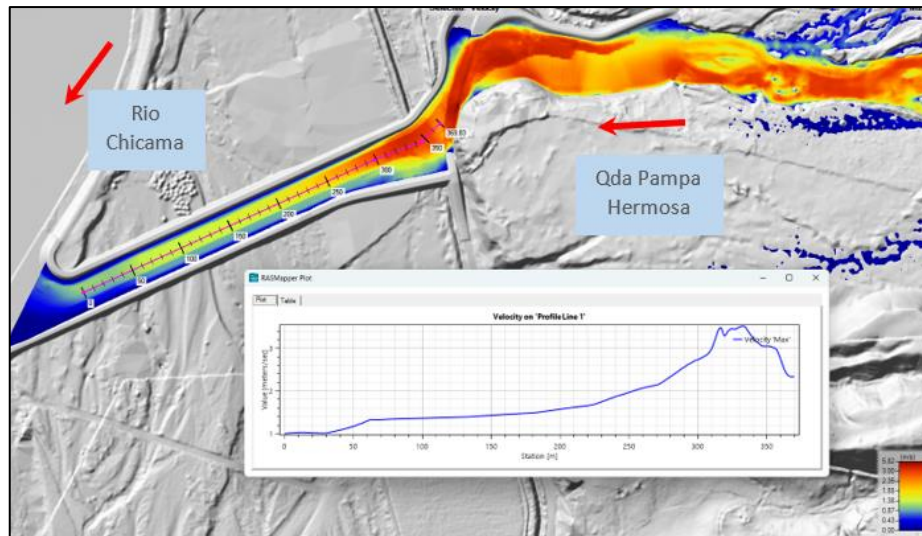
En la siguiente Ilustración se observa que en el vertedero PH-DR-1 se alcanza una velocidad máxima de 3 m/s

Ilustración 68 Perfil de velocidades en el vertedero del dique PH-DR-1



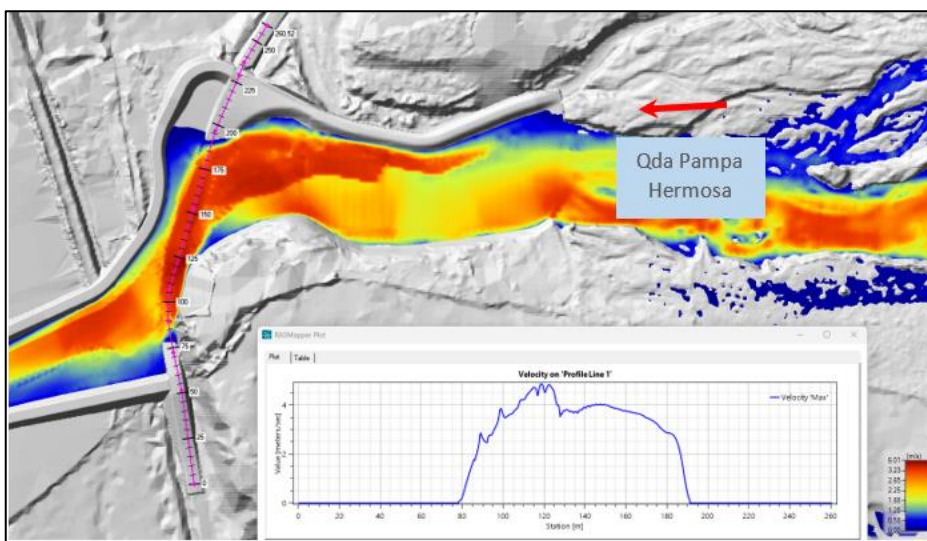
En la Ilustración 68 se observa que el encauzamiento de quebrada Pampa Hermosa presenta velocidades hasta de 3.5 m/s.

Ilustración 69 Mapa de velocidades en encauzamiento de quebrada Pampa Hermosa



En la siguiente ilustración se observa que el baden de Quebrada Pampa Hermosa alcanza una velocidad máxima de 4.5 m/s.

Ilustración 70 Velocidades en el baden de quebrada Pampa Hermosa



2.3.12 Planificación Hidráulica.

La Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) busca impulsar la adopción de los enfoques de desarrollo urbano sostenible y saludable, así como de gestión del riesgo frente al Cambio Climático.

La reconstrucción debe fortalecer la resiliencia de nuestras comunidades, posibilitar la mitigación y rápida adecuación y respuesta frente a la amenaza de nuevos desastres futuros. Desde esa perspectiva, se plantea la oportunidad de reforzar la capacidad de Gestión del riesgo del país y prepararnos para enfrentar el próximo evento climatológico extremo.

De allí la enorme importancia de adoptar mecanismos de gestión, prevención y mitigación del riesgo. algo que no ha ocurrido de manera efectiva en el pasado. Debido a su cada vez más frecuente

recurrencia, los fenómenos climatológicos extremos han dejado de ser eventos excepcionales, algo que con seguridad se exacerbara en el futuro debido al calentamiento global.

Ante lo expuesto se proyecta diques de retención, diques deflectores y diques de encauzamiento en la Qdas. Pampa Hermosa y Quirripaño, se hará mediante diques de protección, diques de retención, diques deflectores, así mismo se han proyectado obras civiles en las interferencias con infraestructura existente.

2.3.12.1 Barreras dinámicas

Se ha proyectado barreras dinámicas en las quebradas de Pampa Hermosa y Quirripaño con la finalidad de mitigar el efecto de los huaycos, absorbiendo la energía del fluido con carga granular.

Existen dos tipos de sistemas de barreras de protección contra corrientes de detritos, en función de las piedras y requisitos del proyecto son UX y VX, los dos sistemas están basados en protección contra desprendimientos. Debido a la distribución de cargas dentro de detritos son necesarias algunas adaptaciones, como cables de soporte, frenos para la absorción de energía, anclajes, protección contra la abrasión y ajuste a diferentes geometrías del cauce.

Las barreras dinámicas están conformadas de redes de anillos, capaces de soportar cargas dinámicas y estáticas causadas por corrientes de detritos o flujos de lodo. La estructura de la red de anillos permite que las partículas gruesas quedan retenidas mientras que el agua y el material fino pasan a través de ella.

Uno de los objetivos de la red de anillos es llevar la carga a los cables de soporte. La red de anillos tiene capacidad para absorber impactos puntuales y capacidad para detener impactos de flujo de detritos de tipo granular, generalmente, los bloques de mayor dimensión son transportados por delante del mismo. La energía del fluido es principalmente absorbida por la propia red y por los elementos de frenado.

La ubicación de las barreras dinámicas se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 72 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados

Quebrada	Coordenadas UTM WGS84			
	Inicio		Fin	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Pampa Hermosa	726963.51	9150099.56	726909.61	9150025.47
Quirripaño	729531.26	9152282.70	729364.00	9151659.66

- Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.12.2 Diques proyectados.

2.3.12.2.1 Diques de retención.

En el proyecto del paquete 02 Qda. Pampa Hermosa y Quirripaño, ha propuesto la construcción de diques, la finalidad es retener los sólidos generados por las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripaño, la ubicación de estas estructuras es: quebrada Pampa Hermosa 726,453.034 Este y Norte 9,150,979.370 y Qda. Quirripaño con coordenadas 727,606.847 E; 9,152,302.565N.

2.3.12.2.2 Diques deflectores

Los diques deflectores tienen la función de direccionar el flujo de huayco y caídas de material sólido y así evitar un desbordamiento.

La cara húmeda de los diques deflectores será protegida con enrocado para proteger del impacto de sólidos de arrastre de las laderas.

El dique deflector se encuentra ubicado en la quebrada Quirripaño con coordenadas 730734.203 E 9151115.976 N

2.3.12.2.3 Diques de encauzamiento

En el proyecto de encauzamiento del paquete 02 Qda. Pampa Hermosa y Qda. Quirripaño, se ha propuesto la construcción del encauzamiento en las dos quebradas, se hará mediante diques de protección.

El tramo de estudio que corresponde al Paquete 2, comprende los 2 diques en Qda. Pampa Hermosa (PH-DR-MD, PH-DR-MI) y dos diques de Qda. Quirripaño (Q-DR-MD Y Q-DR-MI). Se caracteriza por presentar un ancho variable, así mismo para aumentar la capacidad hidráulica se planteó descolmatación y protección con diques. En el siguiente cuadro se muestra las coordenadas de inicio y final de las soluciones proyectadas.

Cuadro 73 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Pampa Hermosa

DIQUES	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PH-DR-MD	696	0+000	0+696	724506.99	9151203.81	725071.39	9151418.27
PH-DR-MI	520	0+000	0+520	724423.90	9151065.77	724880.01	9151274.76

Cuadro 74 Coordenadas de inicio y fin de los diques proyectados Qda. Quirripaño

DIQUES	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Q-DR-MD	335	0+000	0+335	725186.53	9152740.53	725507.95	9152695.38
Q-DR-MI	190	0+000	0+190	725157.545	9152699.132	725305.36	9152592.40

La cara húmeda del dique, llevará manta de geotextil, la cara húmeda del dique será protegida por enrocado entramado y asentado sobre una uña de roca antisocavante, conformada por roca de gran dimensión, tal que no sea arrastrada en época de avenida.

2.3.12.3 Obras civiles

En el planteamiento de los diques se encontraron interferencias con estructuras hidráulicas existentes, las cuales se han proyectado obras de cruce que permitan continuar con el servicio brindado. Las obras de cruce planteadas contemplan: un badén, un sifón, tres variantes (2 en Qda. Pampa Hermosa y 1 en Qda. Quirripango) y un canal de alivio.

2.3.12.3.1 Badén

Se ha propuesto la construcción de un (01) badén, en la quebrada Pampa Hermosa. El badén presenta una longitud de 168.5 m, será construido de concreto armado y presenta una protección de enrocado aguas arriba y aguas abajo.

2.3.12.3.2 Sifón

Es una estructura utilizada para atravesar depresiones o vías de comunicación cuando el nivel de la superficie libre de agua del canal es mayor que la rasante del cruce y no hay espacio para lograr el paso de vehículos o del agua.

El dique proyectado PH-DR-MD interseca el canal de riego Salinar-Quemazón, restringiendo el servicio de agua agrícola, razón por la cual se ha propuesta la implementación de un sifón hidráulico para dar continuidad al servicio hídrico. El sifón se compone de un cabezal de entrada y salida, una tubería HDPE de 72", en el cabezal de entrada se ha proyectado un aliviadero, por un tema de prevención ante la posible obstrucción de la tubería. La longitud presenta una longitud de 96.70 m.

2.3.12.3.3 Canal de alivio

Es un canal de descarga, que servirá evacuar el caudal del canal derivador Salinar – Quemazón hacia el encauzamiento de la Qda. Pampa Hermosa, ello será siempre y cuando la estructura principal (sifón) presente fallas en el funcionamiento.

El canal de alivio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: inicia en 724828.534 E 9151331.089 N y finaliza en 724744.966 E 9151271.710 N.

2.3.12.3.4 Variantes

Es una desviación de un trecho de una carretera o camino. Para no cortar la continuidad de las vías existentes es que se está proyectando 4 variantes; 2 en la Qda. Pampa Hermosa, en el tramo en donde se encuentra ubicado el dique retenedor como la barrera dinámica, 1 en la Qda. Quirripango altura de la barrera dinámica y la última variante une la vía vecinal con la vía no registrada en la quebrada Pampa Hermosa, iniciando el dique PH-DE-D-1.

2.3.13 Diseño hidráulico.

En el paquete 02, Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango, de acuerdo a la etapa RIBRA 3 estructuras hidráulicas en las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango, tales como dos barreas dinámicas, 2 diques de retención, 4 diques deflectores, 4 diques de encauzamiento y obras civiles (sifón, badén, canal de alivio, alcantarilla, variantes y rampas de acceso)

Estas soluciones en su conjunto permitirán contener la inundación en las Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango, protegiendo las principales unidades productoras como poblaciones, carreteras, zonas agrícolas entre otros, la ubicación de los diques se presenta en las siguientes ilustraciones.

Ilustración 71 Planteamiento hidráulico del paquete 02 – Quirripango

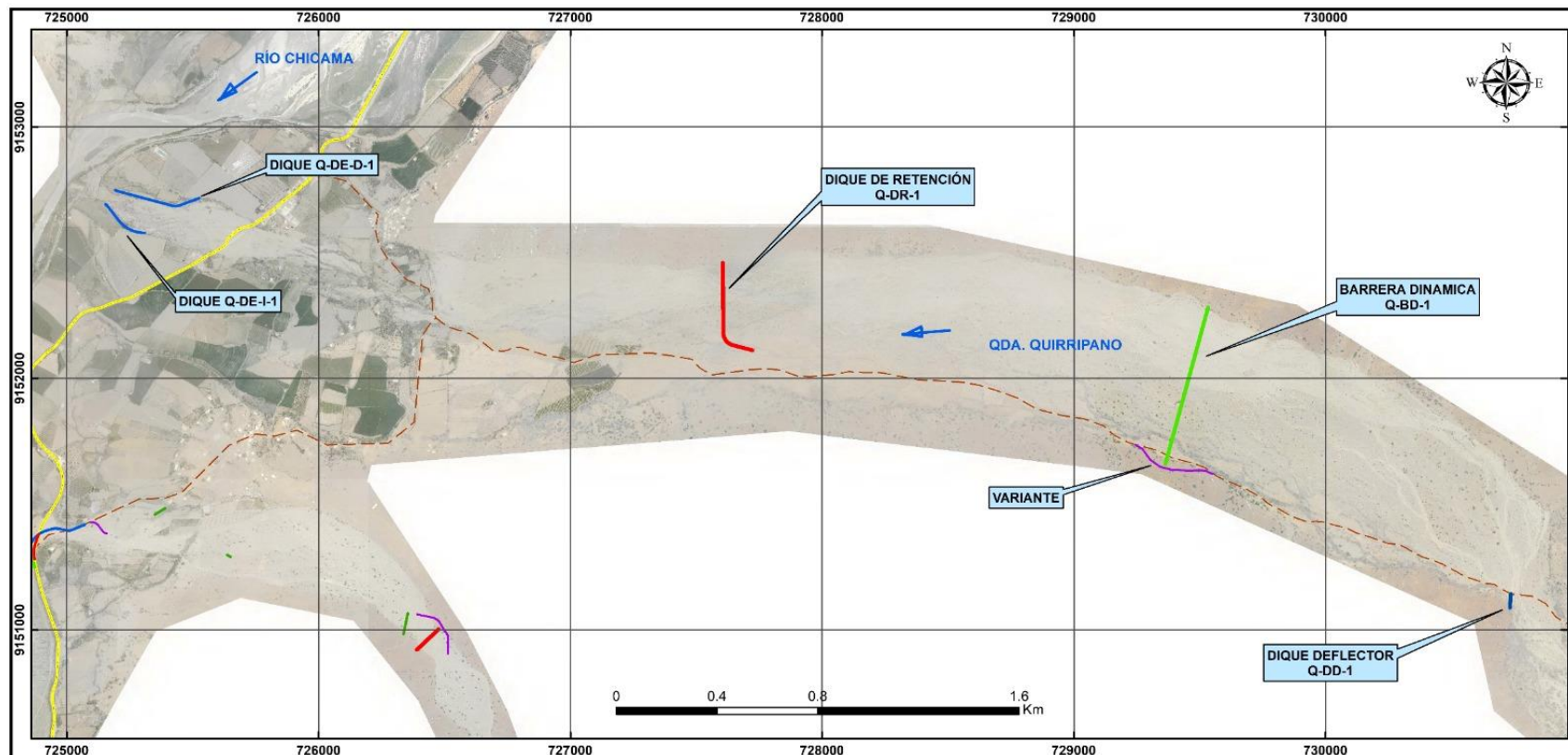
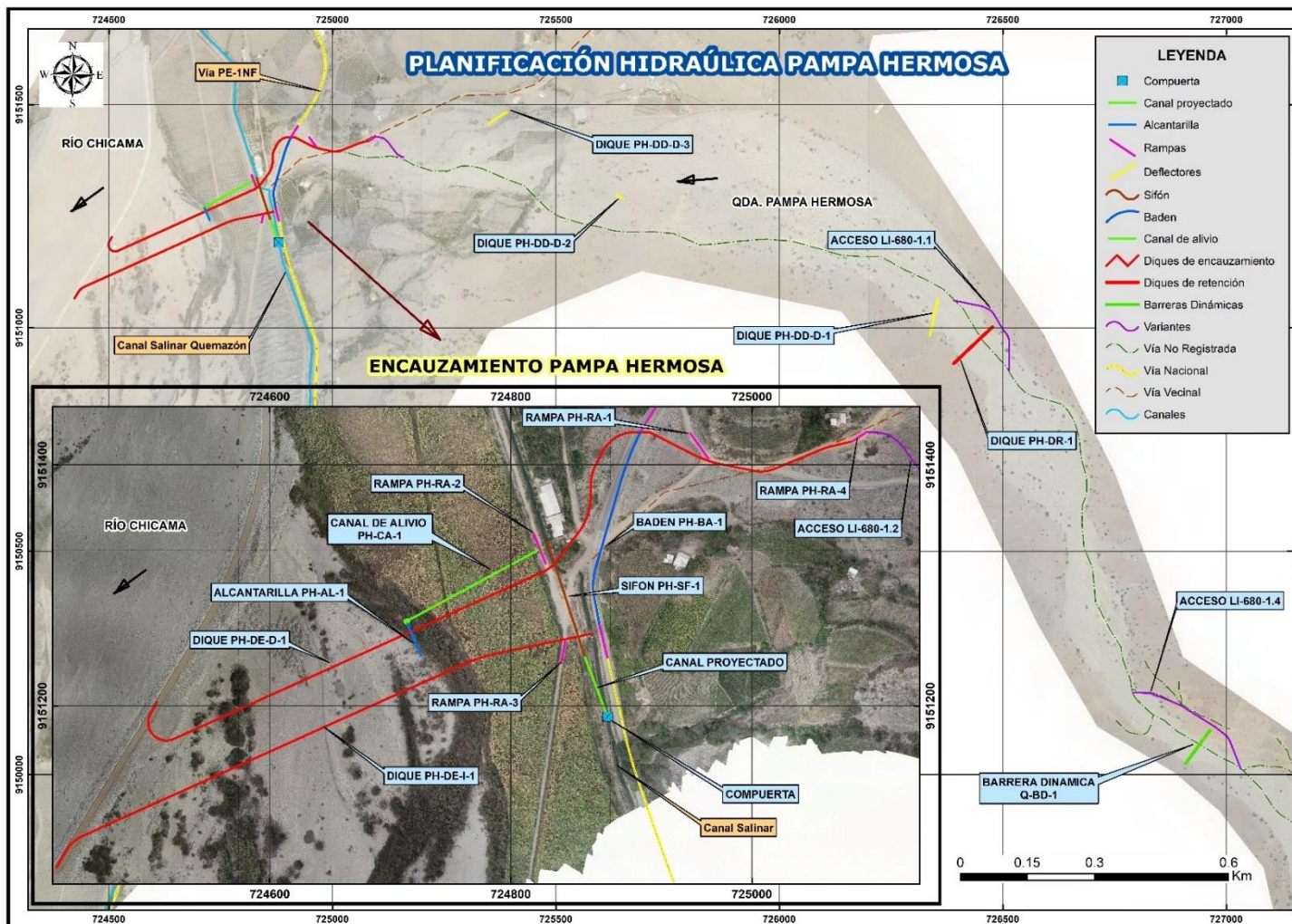


Ilustración 72 Planteamiento hidráulico del paquete 02 – Pampa Hermosa



2.3.14 Diseño hidráulico de diques.

2.3.14.1 Cálculo del Borde Libre

El borde libre se ha estimado mediante la metodología de Manning-Strickler y por Recomendación según R. Terán (1998). Como mínimo se empleará 0.8m como umbral de diseño de borde libre.

a) Qda. Pampa Hermosa

Ilustración 73 Borde Libre para el dique PH-DE-D-1

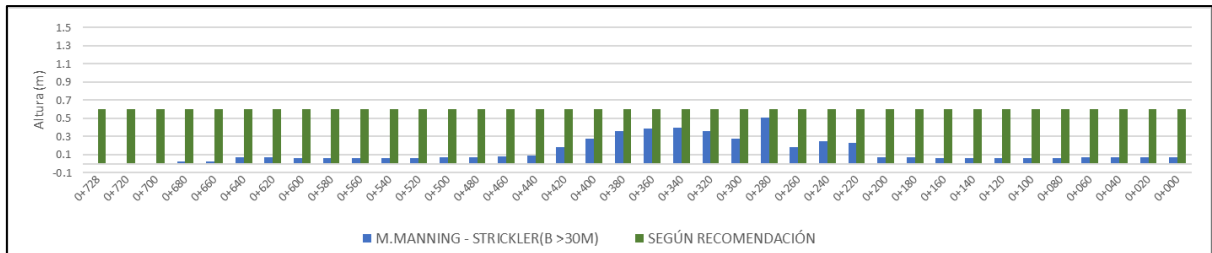
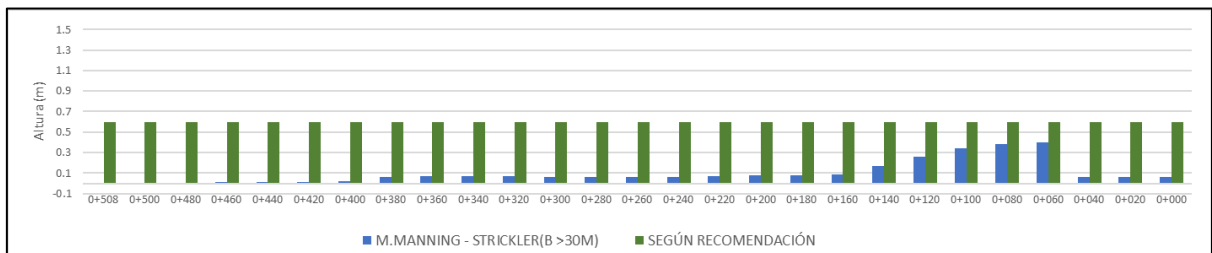


Ilustración 74 Borde Libre para el dique PH-DE-I-1



a) Qda. Quirripango

Ilustración 75 Borde Libre para el dique Q-DE-D-1

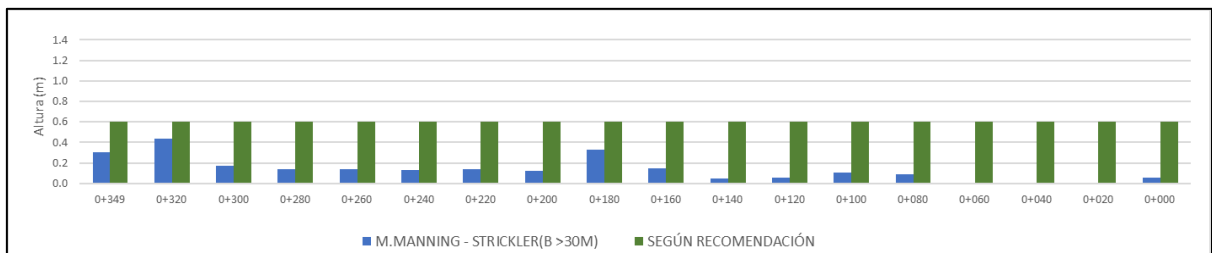
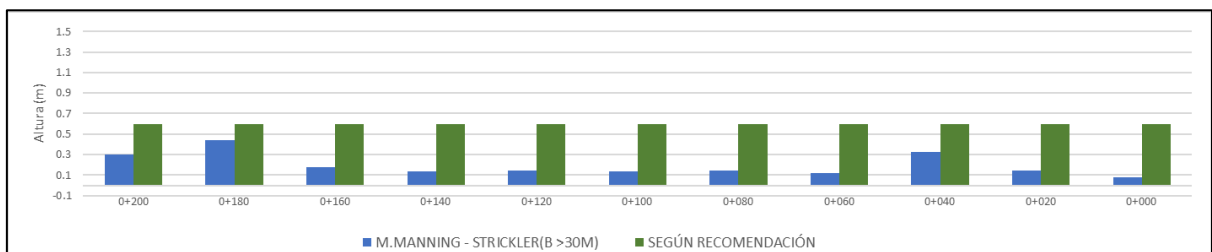


Ilustración 76 Borde Libre para el dique Q-DE-I-1



Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.14.2 Cálculo de socavación general

En la bibliografía técnica se puede encontrar diferentes metodologías para el cálculo de socavación, uno de estos métodos es el método de Lichtvan – Lebediev de amplio uso en el Perú. No obstante, para el presente estudio se realizó mediante 3 metodologías (LISCHTVAN – LEVEDIEV, MAZA – GARCIA y de los resultados obtenidos de HEC-RAS) adoptándose el de mayor valor.

a) Qda. Pampa Hermosa

Ilustración 77 Socavación para el dique PH-DE-D-1

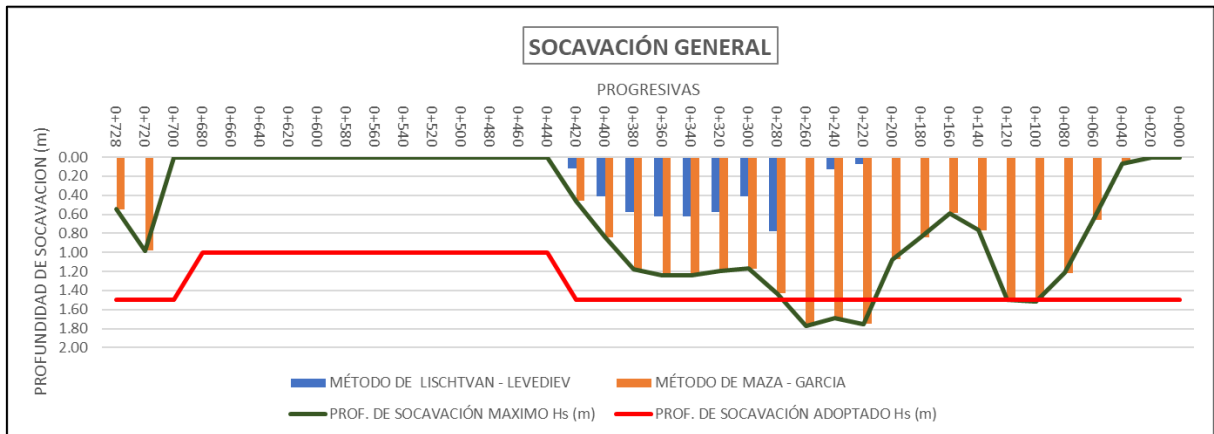
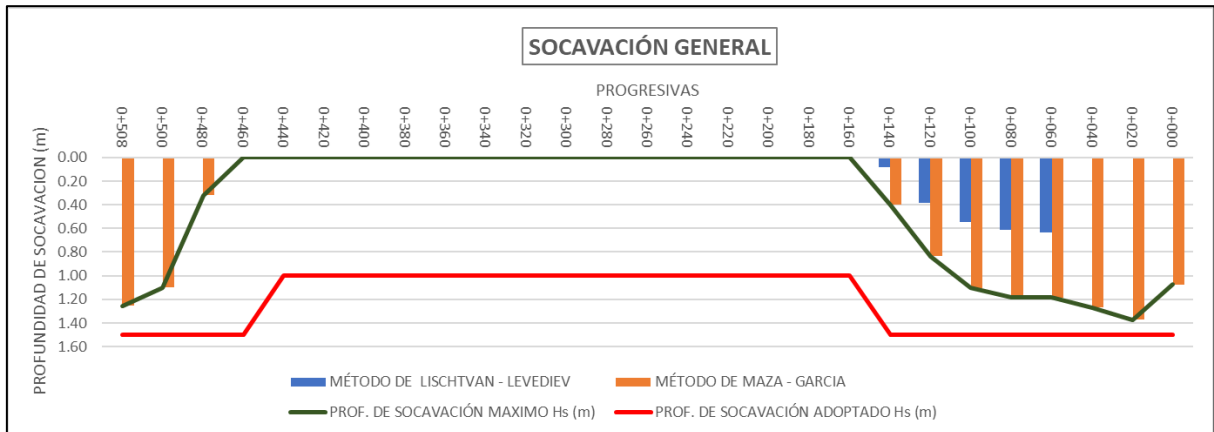


Ilustración 78 Socavación para el dique PH-DE-I-1



a) Qda. Quirripal

Ilustración 79 Socavación para el dique Q-DE-D-1

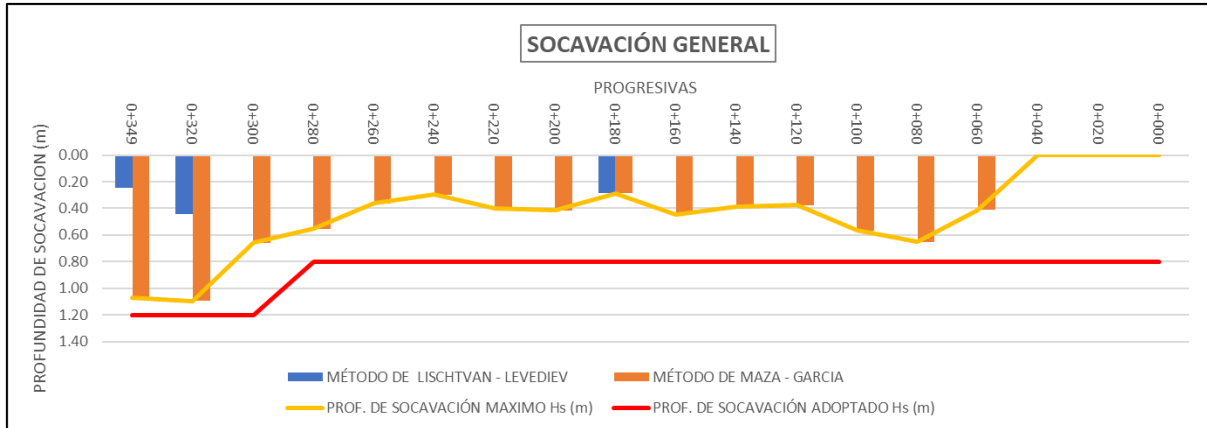
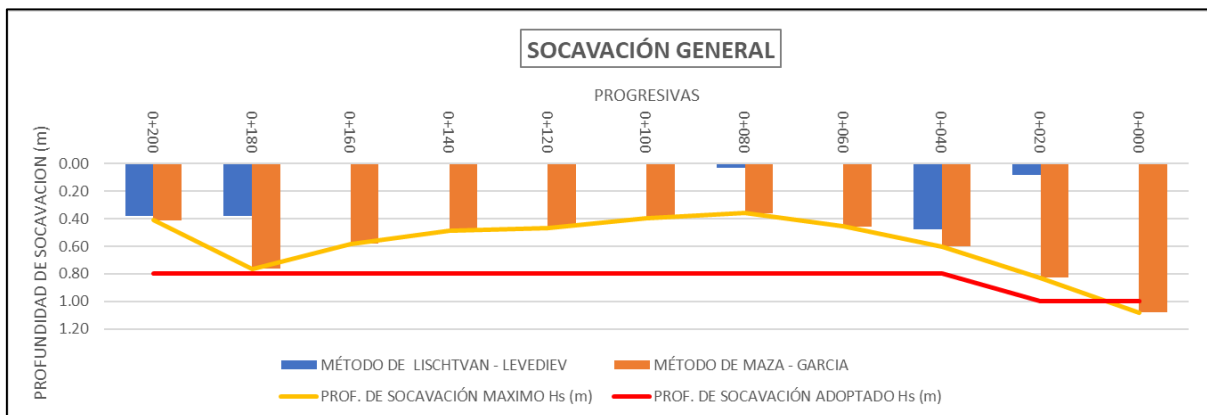


Ilustración 80 Socavación para el dique Q-DE-I-1



Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.14.3 Cálculo de altura de las defensas

La altura de las defensas se ha diseñado sumando la altura de agua, borde libre y altura de sedimentos en el pie de dique tal como se muestra en la siguiente ecuación:

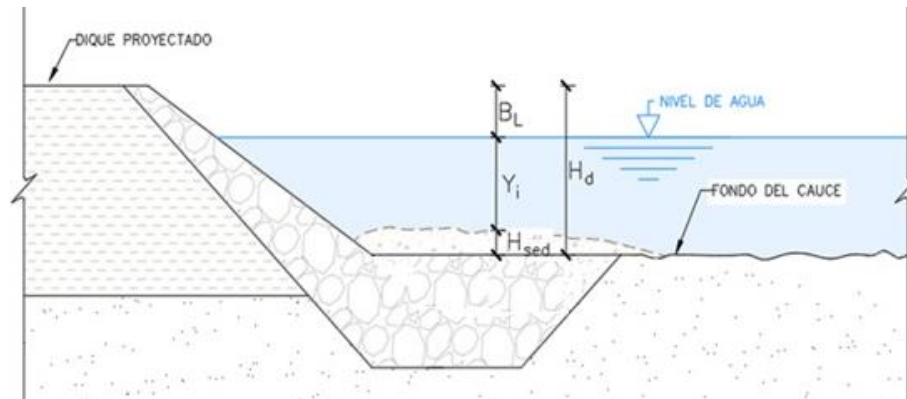
Entonces:

$$H_d = Y_i + B_l + h_{sed}$$

H_d = Altura del dique (m)

Y_i = Tirante de agua al pie de dique (m)

B_l = Borde libre (m)



A. Qda. Pampa Hermosa

Ilustración 81 Estimación de altura para el dique PH-DE-D-1

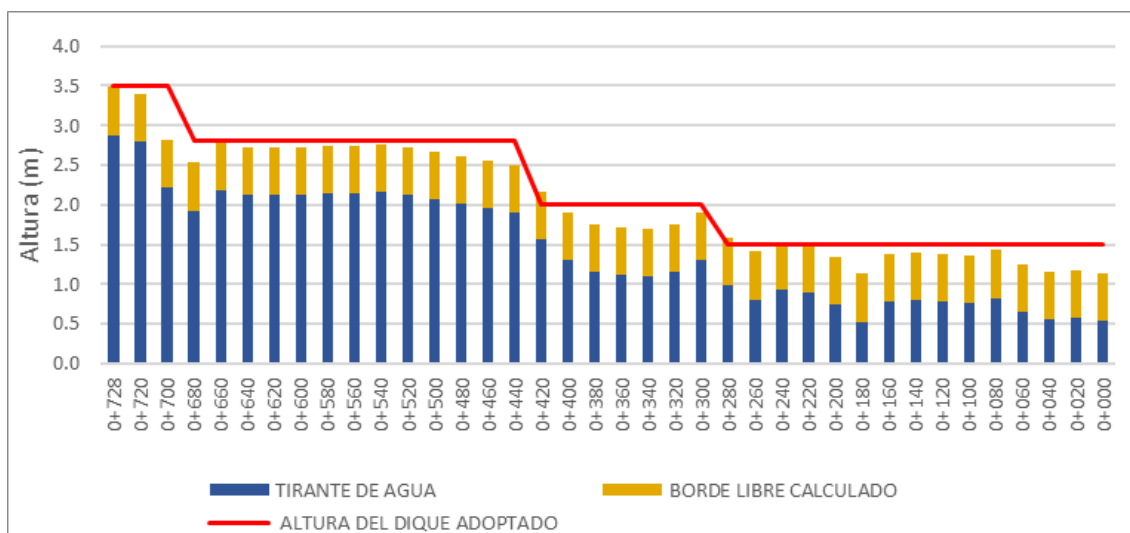
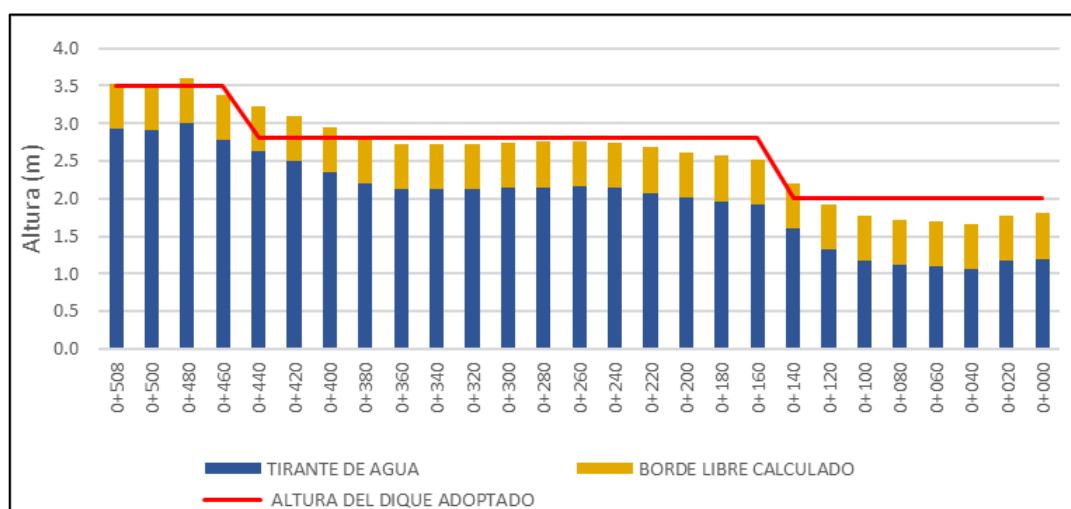


Ilustración 82 Estimación de altura para el dique PH-DE-I-1



B. Qda. Quirripano

Ilustración 83 Estimación de altura para el dique Q-DE-D-1

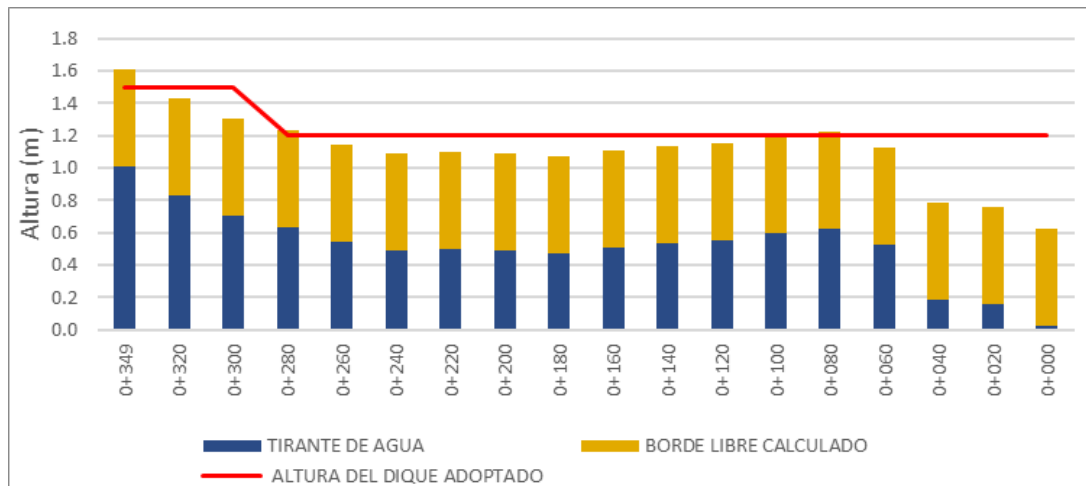
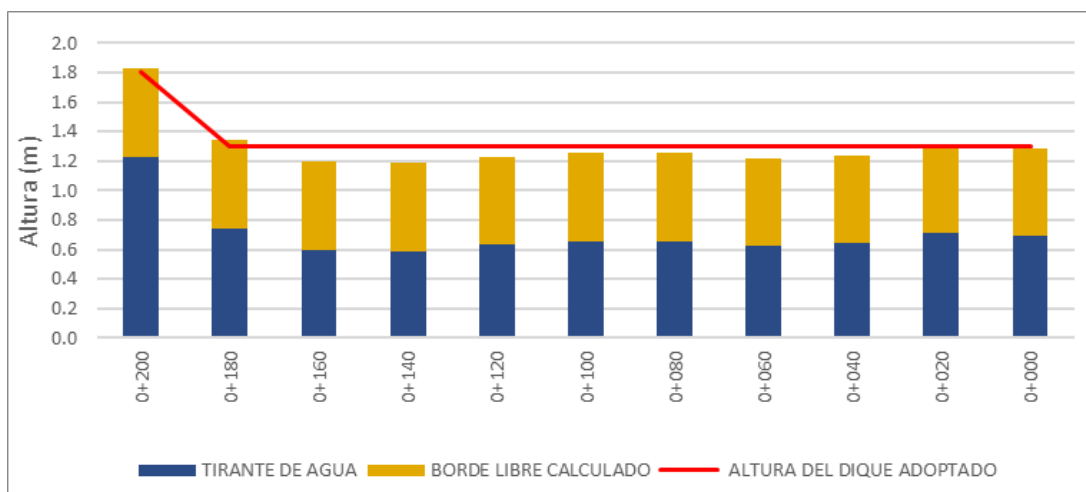


Ilustración 84 Estimación de altura para el dique Q-DE-I-1



2.3.14.4 Estimación del diámetro de enrocado

El cálculo del diámetro de enrocado de los diques proyectados en el paquete 02, Qdas Pampa Hermosa y Quirripano se hizo mediante los métodos de Maynard, Ibash y U.S. Department of Transportation. De igual manera que la socavación se calcularon los diámetros de los diques de acuerdo con los tramos de progresivas y tipología de diques, estos resultados se muestran en el anexo de Diseño Hidráulico.

a) Qda. Pampa Hermosa

Ilustración 85 Diámetro de enrocado para el dique PH-DE-D-1

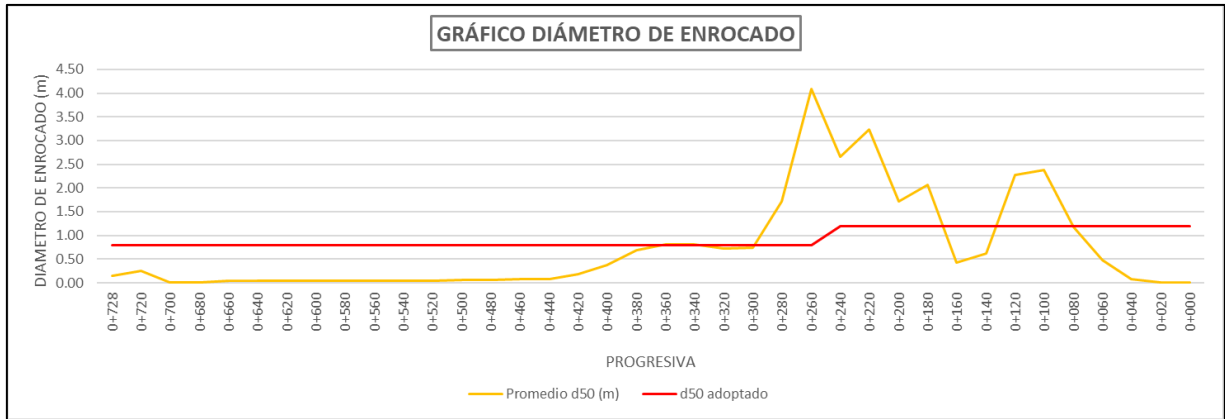
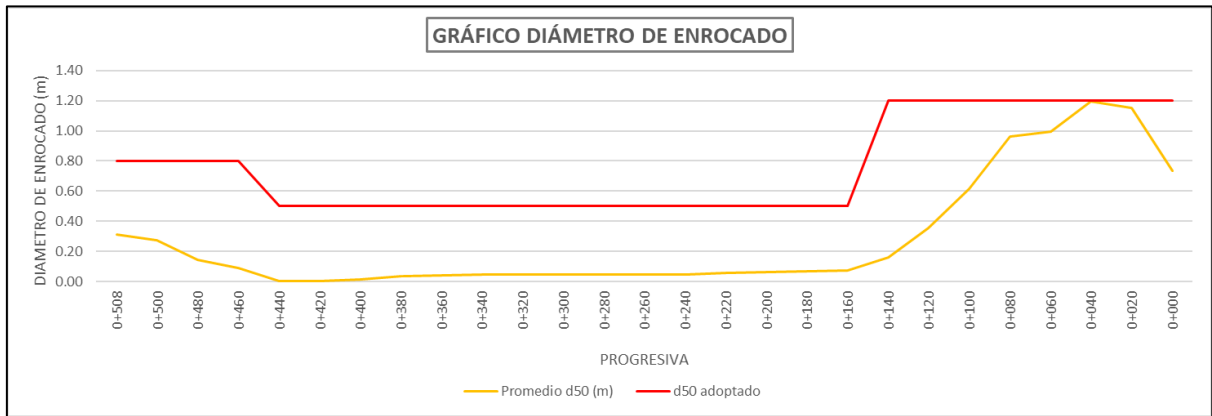


Ilustración 86 Diámetro de enrocado para el dique PH-DE-I-1



b) Qda. Pampa Quirripango.

Ilustración 87 Diámetro de enrocado para el dique Q-DE-D-1

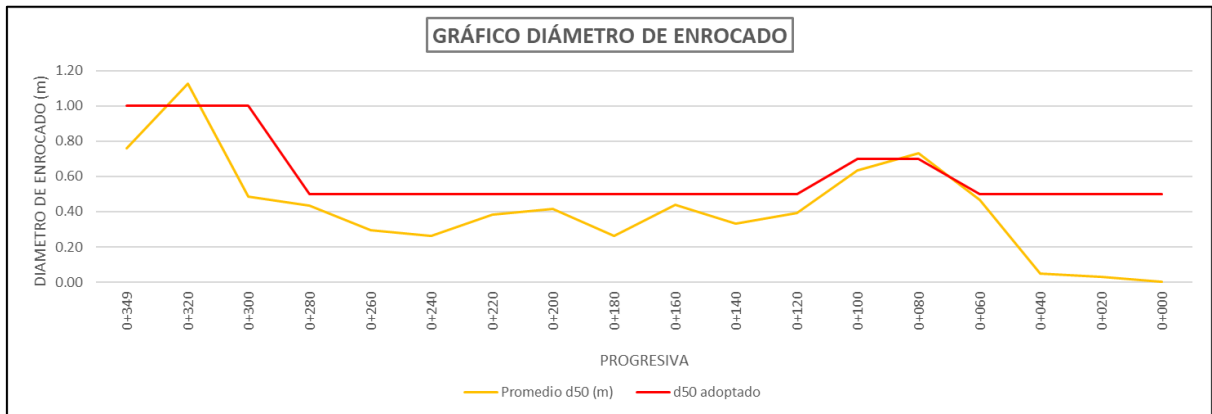
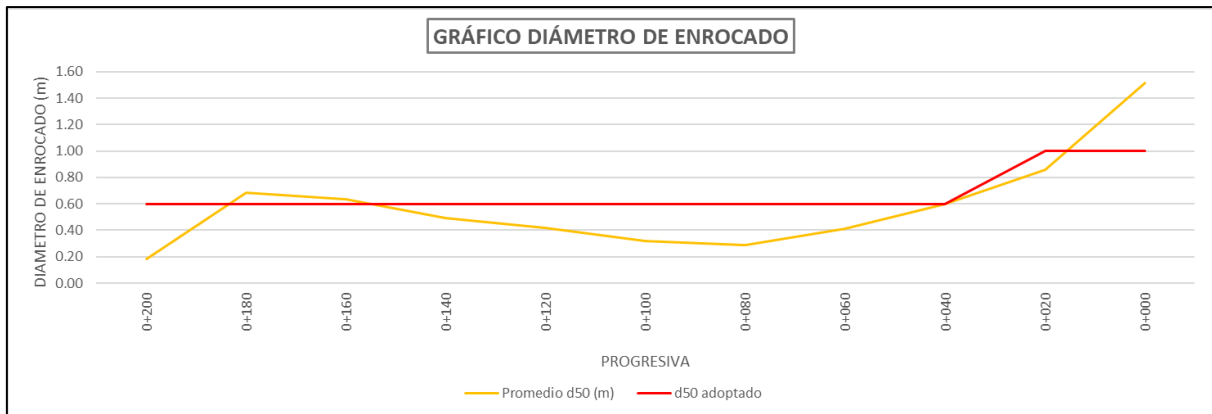


Ilustración 88 Diámetro de enrocado para el dique Q-DE-I-1



Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.14.5 Espesor del enrocado.

El espesor mínimo de enrocado se determina con la siguiente recomendación hecha por el cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (1970).

$$e = 1.5 * d_{50}$$

e: espesor de enrocado

2.3.14.6 Determinación de la rasante de los diques.

La metodología planteada para la determinación de la rasante de los diques, parte de la simulación hidráulica de un escenario bajo las consideraciones de riesgo, vida útil y tiempo de retorno dados por el proyecto. De esta manera, se tienen fijos los datos de caudal de ingreso, topografía de la zona, coeficiente de rugosidad e información referente al transporte de sedimentos y las obras hidráulicas planteadas (diques longitudinales).

Los resultados de la simulación brindan información de las áreas inundables, tirantes en los diques, velocidad, e información referente al comportamiento hidráulico.

2.3.14.7 Secciones típicas consideradas para los diques

A la hora de diseñar defensas ribereñas para la mitigación de inundaciones, es preciso establecer la tipología de las defensas en función de las condiciones de servicio. A continuación, se presenta las secciones típicas para las estructuras nuevas y el tipo de intervención para las estructuras existentes.

- DIQUES TIPO I: Corresponde a zonas donde no existe dique, por lo que la construcción del dique será completa.
- DIQUES TIPO II : Corresponde a zonas donde existe dique o existe un acumulo de material propio del rio, además existen unidades productoras que presentan un riesgo por inundación.

Ilustración 89 Sección típica de dique I

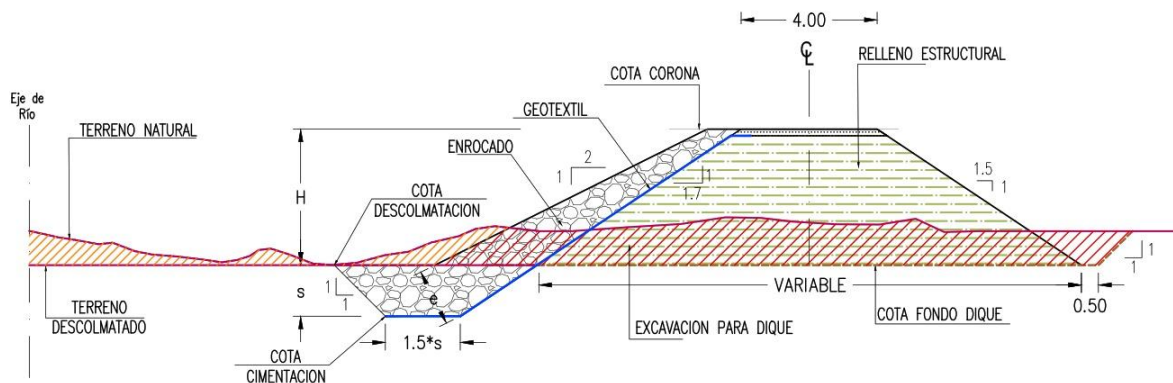
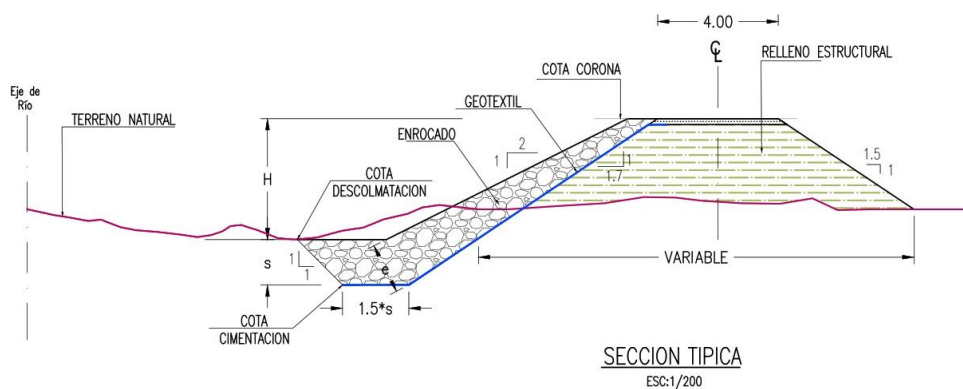


Ilustración 90 Sección típica de dique II



2.3.14.8 Diseño hidráulico de Obras Civiles

En el planteamiento de los diques se encontraron interferencias con estructuras hidráulicas existentes, las cuales se han proyectado obras de cruce que permitan continuar con el servicio brindado.

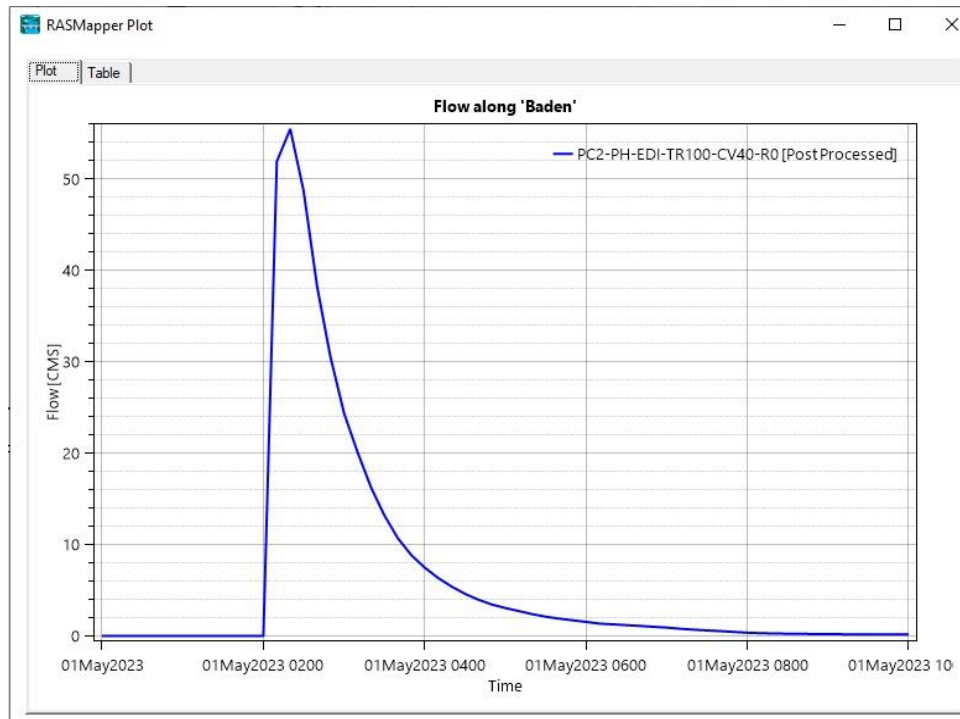
2.3.14.9 Badén.

El cauce de la Qda. Pampa Hermosa cruza la vía departamental y se propone un badén de 168.5 m de longitud, para ello se tiene que elevar la rasante antes de los diques para garantizar el cruce de los vehículos tal como se presenta en la siguiente ilustración.

Cuadro 75 Caudal de Diseño – Caudal de Baden Pampa Hermosa

Nº	TIPO	UBIC.	Q DISEÑO (m3/seg)	Q BADEN (m3/seg)	FLECHA hmax (m)	CHEQUEO
1	Concreto Armado	Cruce con Carretera Departamental LI-1144	55.47	751.62	3.362	CONFORME

Ilustración 91 Hidrograma – Caudal de ingreso al Baden

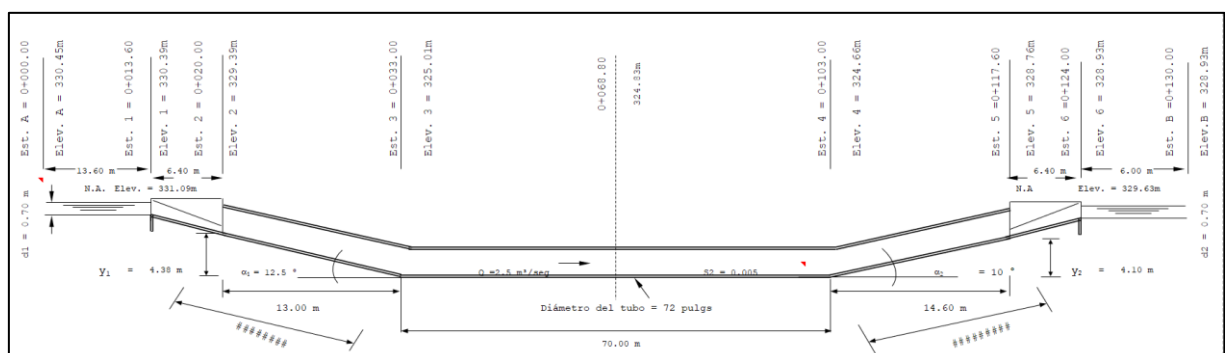


2.3.14.10 Sifón

El dique proyectado PH-DE-D-1 interseca el canal de riego Salinar-Quemazón, restringiendo el servicio de agua agrícola, para garantizar el paso del flujo hacia la margen derecha de la Qda Pampa Hermosa se plantea la construcción de un sifón, tendiendo en consideración que el flujo llega hasta la cota 331.09 msnm en escenario con proyecto. El caudal empleado para el diseño par el sifón fue considerado del **INFORME N° 508-2022-JUSHMCHICAMA-GG/JO&M/SLTM**, otorgado por la Junta de usuario de agua del sector hidráulico menor Chicama.

El planteamiento hidráulico se presenta en la siguiente ilustración.

Ilustración 92 Planteamiento hidráulico del sifón, Alternativa 2



De acuerdo al diseño hidráulico del sifon elaborado, se obtuvieron las siguientes dimensiones:

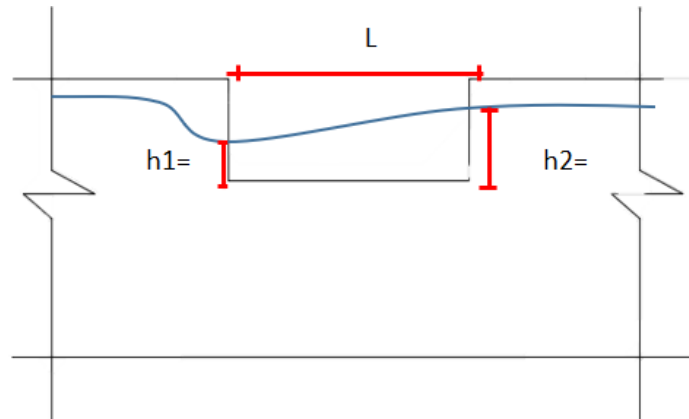
- $Q = 2.50 \text{ m}^3/\text{s}$

- D= 72 pulg
- L=97.60 m
- Tubería HDPE 72" DN

Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.14.11 Aliviadero

Ilustración 93 diseño de aliviadero Lateral



- Q = 2.50 m³/s
- L=2.50 m
- H=0.70 m

2.3.14.12 Canal de Alivio

Inicia en la cámara de disipación y empalma con un buzón que conecta con la alcantarilla, el diámetro es de 66 cm, el material es de PVC, cuya longitud es de 330 m.

- Q = 2.5 m³/s
- D= 72"
- L=330 m
- Tubería HDPE

Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.14.13 Alcantarilla.

A inicio del emplazamiento del dique PH-DE-D-1; cruza el canal derivador Salinar-Quemazón y este se verá afectado por el emplazamiento del dique; para lo cual se ha considerado el planteamiento de una estructura de cruce de tipo Alcantarilla.

El caudal empleado para el diseño de la alcantarilla fue considerado del **INFORME N° 508-2022-JUSHMCHICAMA-GG/JO&M/SLTM**, otorgado por la Junta de usuario de agua del sector hidráulico menor Chicama.

Ilustración 94 Planteamiento hidráulico de Alcantarilla – Cruce Canal Queneto

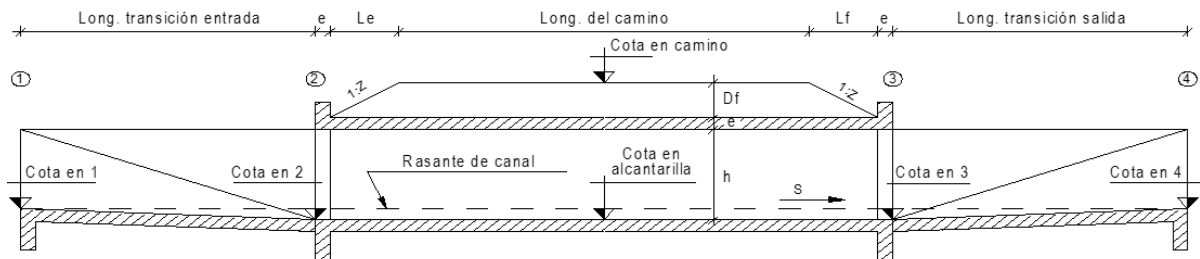


FIGURA N°01: SECCIÓN DE LA ALCANTARILLA PROYECTADA

De acuerdo al diseño hidráulico de la alcantarilla elaborado, se obtuvieron las siguientes dimensiones:

- $Q = 2.50 \text{ m}^3/\text{s}$
- $H = 1.20 \text{ m}$
- $B = 1.20 \text{ m}$
- $L = 7.77 \text{ m}$
- Sección cuadrada de concreto armado

Los diseños se presentan en el Vol. 3, Ing. De proyecto, II-5 diseño hidráulico

2.3.15 Gestión de permisos y autorizaciones

Se ha realizado un trabajo de campo y gabinete para llevar a cabo la permisología correspondiente. Se enlista el siguiente estatus, referente a la información legal y permisos de las canteras, DMEs, fuentes de agua y cruces viales.

2.3.15.1 Áreas auxiliares

El estado de liberación de las áreas auxiliares ante los titulares o poseedores del paquete 2, Pampa hermosa y Quirripaño se encuentra identificado donde se pone en conocimiento el estado actual y las gestiones que se vienen realizando para obtener la documentación necesaria (indicando cuales son las liberadas), dicha documentación a presentar es la siguiente:

Cuadro 76 Estado de permisología de las áreas auxiliares del paquete 2

ÁREA AUXILIAR	TITULARES PRIVADOS / ESTATALES	ACTA DE PREACUERDO	FECHA ACTA DE PREACUERDO	ESTADO DE LIBERACION
Cantera Relleno Quirripango	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE AFECTACION EN USO
Cantera Relleno Pampa Hermosa 1	-ESTADO PERUANO -CONCESIÓN MINERA: * OCTAVIO RAUL RABANAL BAUTISTA y Otros (TRAMITE) - CANTERA DON MANUEL I	-AFECTACION EN USO -NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -COORDINACION EN OBRA CON LA CONCESION MINERA
Cantera Relleno Pampa Hermosa 2	-ESTADO PERUANO - CONCESIÓN MINERA: * OCTAVIO RAUL RABANAL BAUTISTA y Otros (TRAMITE) - CANTERA DON MANUEL I	-AFECTACION EN USO -NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -COORDINACION EN OBRA CON LA CONCESION MINERA
Cantera Palenque	-ESTADO PERUANO - CONCESIÓN MINERA: * OCTAVIO RAUL RABANAL BAUTISTA y Otros (TRAMITE) - CANTERA DON MANUEL I	-AFECTACION EN USO -NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -COORDINACION EN OBRA CON LA CONCESION MINERA
Cantera Nuevo Alto Perú 3	ESTAO PERUANO	AFECTACION EN USO		EN PROCESO DE LIBERACION DE AFECTACION EN USO
DME 2.1-C	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE AFECTACION EN USO
DME 2.2 – C	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE AFECTACION EN USO
ÁREA AUXILIAR	TITULARES PRIVADOS / ESTATALES	ACTA DE PREACUERDO	FECHA ACTA DE PREACUERDO	ESTADO DE LIBERACION
DME 2.3 – C	-ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE AFECTACION EN USO
DME 2.5 – C	-ESTADO PERUANO -JORGE LUIS GARCIA MONTOYA	-AFECTACION EN USO -SI	- -04-08-22	PENDIENTE AFECTACION EN USO
DMO 2.1 – C	-ESTADO PERUANO -JORGE LUIS GARCIA MONTOYA	-AFECTACION EN USO -SI	- -04-08-22	PENDIENTE AFECTACION EN USO
DMO 2.2 – C	-ESTADO PERUANO -GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE AFECTACION EN USO

ACM 2.1-C	-ESTADO PERUANO -GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	-AFECTACION EN USO -NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -PENDIENTE DE ACTA DE PREACUERDO
ACM 2.2-C	-ESTADO PERUANO -GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	-AFECTACION EN USO -NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO -PENDIENTE DE ACTA DE PREACUERDO
ACM 7.10 – C	ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	EN PROCESO DE LIBERACION DE AFECTACION EN USO
PM. OF 2.1-C	-ESTADO PERUANO -HECTOR HUGO RAMIREZ ROMERO -CONCESIÓN MINERA: * OCTAVIO RAUL RABANAL BAUTISTA - CANTERA DON MANUEL I	-AFECTACION EN USO -SI	-08-08-22	-PENDIENTE AFECTACION EN USO
PM. OF 2.2-C	-SALDAÑA LEZAMA, SEGUNDO JESUS y AMAYA LEON BASELIZA VICTORIANA -FLORIAN PLASENCIA, SANTOS ANDRE	SI	-12-08-22 -05-08-22	LIBERADO
PM 2.1-C	-ESTADO PERUANO GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO
OF 2.1-C	ESTADO PERUANO GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	-PENDIENTE AFECTACION EN USO
PE-1N	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-680	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-681	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-680-1	GOMEZ RAMOS ARMANDO	SI	-	ACCESO LIBERADO
LI-680-1.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-680-1.2	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE

LI-680-1.3	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
ÁREA AUXILIAR	TITULARES PRIVADOS / ESTATALES	ACTA DE PREACUERDO	FECHA ACTA DE PREACUERDO	ESTADO DE LIBERACION
LI-680-1.4	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-680-1.4.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-681-1	GOMEZ ARMANDO RAMOS	SI	19-09-22	ACCESO LIBERADO
LI-681-2	FLORIAN PLASENCIA SANTOS ANDRÉ	SI	14-09-22	ACCESO LIBERADO
LI-681-2	SALDAÑA LEZAMA SEGUNDO JESÚS	SI	13-09-22	ACCESO LIBERADO
LI-681-3	FLORIAN_PLASENCIA_ERASMO	SI	13-09-22	ACCESO LIBERADO
LI-681-3.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-681-3.2	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-681-5	VARGAS IGLESIAS GILBERTO	SI	18-11-22	ACCESO LIBERADO
LI-677	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-677-3	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-677-3.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE

2.3.15.2 Canteras

Para la extracción de materiales de las canteras se realizó el trámite correspondiente con INGEMMET, para obtener la inclusión al pre catastro minero, se pone en conocimiento el estado actual del trámite ante INGEMMET.

Cuadro 77 Liberación de áreas auxiliares de Quebrada Pampa Hermosa y Quirripango

PAQUETE	ÁREA AUXILIAR	FECHA PRESENTACIÓN INGEMMET	OFICIO DE PRESENTACIÓN A INGEMMET	ESTATUS INGEMMET	OFICIO APROBACIÓN	FECHA RECEPCIÓN OFICIO	ESTADO DE LIBERACIÓN
2	Cantera Relleno Quirripango	27/09/2022	OFICIO 01610-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	OFICIO N° 0003-2023-INGEMMET/DC	06/01/2023	LIBERADO
2	Cantera Relleno Pampa Hermosa 1	27/09/2022	OFICIO 01610-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	OFICIO N° 0003-2023-INGEMMET/DC	06/01/2023	LIBERADO

PAQUETE	ÁREA AUXILIAR	FECHA PRESENTACIÓN INGEMMET	OFICIO DE PRESENTACIÓN A INGEMMET	ESTATUS INGEMMET	OFICIO APROBACIÓN	FECHA RECEPCIÓN OFICIO	ESTADO DE LIBERACIÓN
2	Cantera Relleno Pampa Hermosa 2	27/09/2022	OFICIO 01610-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	OFICIO N° 0003-2023-INGEMMET/DC	06/01/2023	LIBERADO
2	Cantera Palenque	27/09/2022	OFICIO 01610-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	OFICIO N° 0003-2023-INGEMMET/DC	06/01/2023	LIBERADO
2	Cantera Nuevo Alto Perú 3	22/08/2022	Oficio N° 1389-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	Oficio N° 0984-2022-INGEMMET/DC	21/12/2022	LIBERADO

En este sentido, al ser presentado toda la documentación correspondiente ante INGEMMET, se pone en conocimiento que se ha cumplido con todos los requisitos establecidos y en cumplimiento del decreto supremo N°37-96-EM, INGEMMET procedió a la inscripción en el pre-catastro minero de las Cantera Relleno Quirripaño, Relleno Pampa Hermosa 1, Hermosa 2, Cantera Palenque y Nuevo Alto Perú 3.

Cabe indicar que además de la pre inscripción en el pre catastro minero por INGEMMET, las canteras que recaen en propiedad del Proyecto Especial de Chavimochic, se está gestionando el plan de saneamiento físico legal teniendo en cuenta la situación jurídica y registral actualizada de un predio de dominio del estado que será utilizado para la instalación de áreas auxiliares, del proyecto “Defensas ribereñas de los ríos Chicama y Viru (Paquete 9R-06 de entrega de Soluciones Integrales)”. Así como el saneamiento correspondiente del mismo, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2019-P.

2.3.15.3 Accesos de áreas auxiliares

Los accesos a las áreas auxiliares del paquete 2 – Quebrada Quirripaño y Pampa Hermosa han sido identificados que parten de las vías nacionales, departamentales y vecinales a partir de los cuales se subdivide en accesos existente y proyectados en la cual se está realizando la identificación de los titulares que nos permita el acceso a sus propiedades. Por último, se pone en conocimiento que las vías que se encuentra identificadas como parte de la red vía nacional el procedimiento será a partir de la comunicación formal a las entidades regionales sobre las obras que se van a realizar, por tanto, se pone en conocimiento las vías en proceso de liberación.

Cuadro 78 Estado de permisología respecto a Accesos de la Quebrada de Quirripaño y Pampa Hermosa

PAQUETE	ACCESO EXISTENTE - PROYECTADO	TIPO DE VIA	NOMBRE DEL VIA	ESTATUS
2	EXISTENTE	NACIONAL	PE-1N	PENDIENTE
2	EXISTENTE	VECINAL	LI-680	PENDIENTE

PAQUETE	ACCESO EXISTENTE - PROYECTADO	TIPO DE VIA	NOMBRE DEL VIA	ESTATUS
2	EXISTENTE	PARTICULAR	LI-680-1	PENDIENTE
2	PROYECTADO	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-680-1.1	PENDIENTE
2	PROYECTADO	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-680-1.2	PENDIENTE
2	PROYECTADO	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-680-1.3	PENDIENTE
2	PROYECTADO	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-680-1.4	PENDIENTE
2	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	LI-680-1.4.1	PENDIENTE
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-1	ACCESO LIBERADO
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-2 (INGRESO)	ACCESO LIBERADO
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-2 (SALIDA)	ACCESO LIBERADO
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-3	ACCESO LIBERADO
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-3.1	PENDIENTE
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-3.2	PENDIENTE
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-681-5	ACCESO LIBERADO
2	EXISTENTE	VECINAL	LI-677	PENDIENTE
2	EXISTENTE	PARTICULAR	LI-677-3	PENDIENTE
2	PROYECTADO	PARTICULAR	LI-677-3.1	PENDIENTE

2.3.15.3.1 Descripción de áreas, volúmenes y ubicaciones de las áreas auxiliares

Las especificaciones técnicas de las áreas auxiliares (soporte para la construcción de la infraestructura de la Quebrada de Quirripaño y Pampa Hermosa) en relación: áreas, perímetro y ubicación se detallan a continuación:

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO(m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Relleno Quirripaño	19.43	197,830.02	728585.00	9152403.00
Cantera Relleno Pampa Hermosa 1	1.52	11,230.28	726700.00	9150306.00

Cantera Relleno Pampa Hermosa 2	1.23	44,033.47	726574.00	9150732.00
Cantera Palenque	7.49	91,617.75	723052.00	9145685.00
Cantera Nuevo Alto Perú 3(A)	48.53	2'395,151.74	716216.019	9140032.862
Cantera Nuevo Alto Perú 3(B)		608,494	716231.705	9139174.106
DME 2.1-C	4.11	79,801.07	730148.00	9151311.00
DME 2.2 – C	0.80	30,048.68	730536.00	9151167.00
DME 2.3 – C	5.44	166, 743.50	728686.00	9152137.00
DME 2.5 – C	1.65	24,825.90	725739.00	9151165.00
DMO 2.1 – C	0.62	16,162.68	725578.00	9151162.00
DMO 2.2 – C	1.43	29,279.64	728277.00	9152107.00
ACM 2.1-C	1.51	6.91 (Volumen de corte) 34,123.83 (volumen de relleno)	725964.00	9151252.00
ACM 2.2-C	1.23	26,686.41 (volumen de relleno)	728541.00	9151959.00
ACM 7.10-C	11.36	178,784.21 (volumen de relleno)	717032.0	9139456.0
PM. OF 2.1-C	0.45	2,009.85 (Volumen de corte) 1,821.33 (volumen de relleno)	726833.00	9150211.00
PM. OF 2.2-C	1.39	3,452.29	727926.00	9151996.00
PM 2.1-C	1.01	5,563.05 (Volumen de corte) 4,471.20 (volumen de relleno)	725833.00	9151252.00
OF 2.1-C	0.29	1,632.94 (Volumen de corte) 1,123.08 (volumen de relleno)	725939.00	9151170.00

2.3.15.4 Oficinas, patios de maniobra.

El presente ítem tiene por objetivo mostrar las oficinas y patios de maniobras que permitirán ser el sustento durante el desarrollo de las actividades de la ejecución de obra, en general donde se permitirá

realizar el mantenimiento y depósito de las maquinarias, además de contar con las oficinas donde albergaran a los especialistas.

Cuadro 79 Oficinas y Patios de Maniobras

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	PROPIETARIO	ESTATUS
2	PM. OF 2.1-C	Patio de Maniobras	4,581.23	0.45	-ESTADO PERUANO -HECTOR HUGO RAMIREZ ROMERO -CONCESIÓN MINERA: * OCTAVIO RAUL RABANAL BAUTISTA y Otros (TRAMITE) - CANTERA DON MANUEL I	-PENDIENTE DE AFECTACION EN USO -PENDIENTE DE LIBERACION ANTE LA CONCESION MINERA
2	PM. OF 2.2-C	Patio de Maniobras y oficinas	26,223.66	2.62	-SALDAÑA LEZAMA, SEGUNDO JESUS y AMAYA LEON BASELIZA VICTORIANA -FLORIAN PLASENCIA, SANTOS ANDRE	LIBERADO
2	PM 2.1-C	Patio de Maniobras	10,102.52	1.01	ESTADO PERUANO GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	PENDIENTE
2	OF 2.1-C	Oficina	2,945.25	0.29	ESTADO PERUANO GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	PENDIENTE

2.4 Diseño Estructural

A continuación, se presenta el análisis y diseño de cabezal de sifón, buzón, alcantarilla y un badén del Paquete 02 "PAMPA HERMOSA".

El proyecto consta de lo siguiente:

- 01 cabezal de entrada y salida del sifón con muros y losa de fondo de espesor 0.35m.
- 01 buzón de 3.00 m de diámetro interno y 3.20 m de altura hidráulica.
- 01 alcantarilla de 1.20 m de ancho y altura hidráulica.

Las dimensiones y los tirantes fueron proporcionadas por el especialista hidráulico.

2.4.1.1 Sección típica de muro (cabezal de Sifón)

Estructura de concreto armado compuesta por muros y losa de fondo de espesor 0.35m.

Para el análisis y diseño se considera la sección más crítica (sección B) el cual tiene una altura de pantalla de 3.20 m y una zapata de 0.35 m de alto.

Ilustración 95 Vista en planta

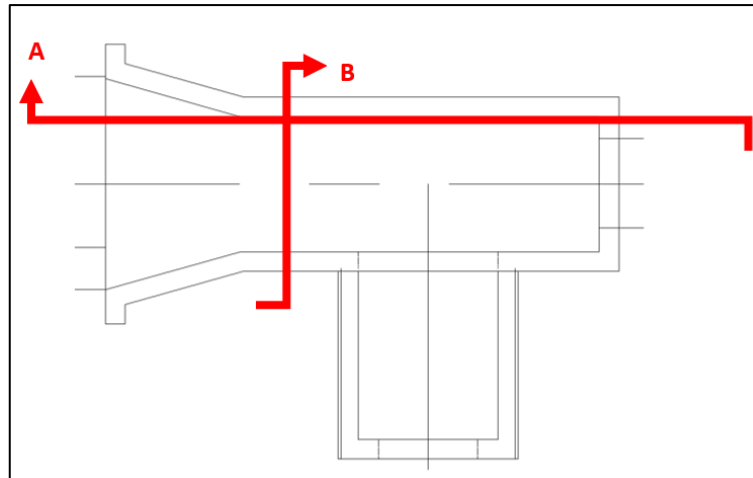


Ilustración 96 Vista en elevación (sección A)

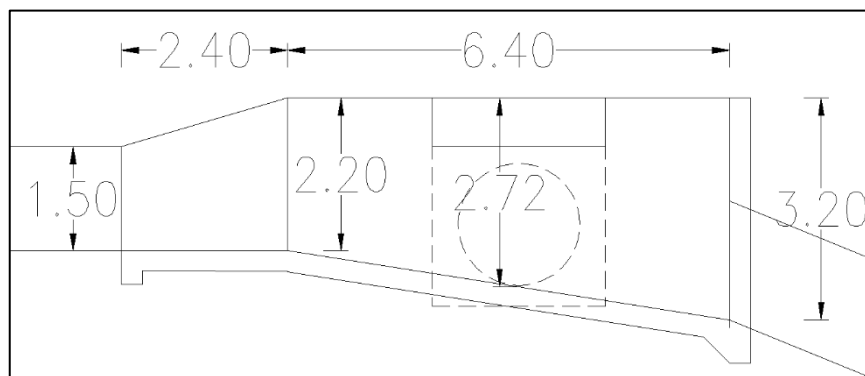
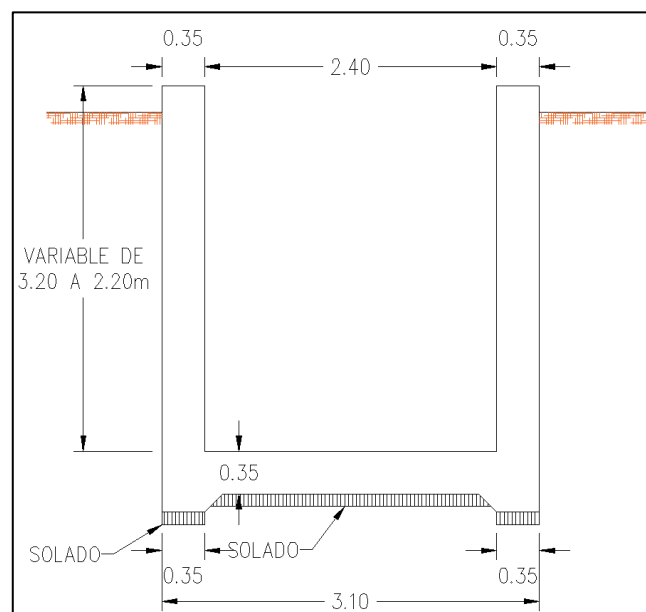


Ilustración 97 Vista en elevación (sección B)



2.4.1.1.1 Datos Iniciales

Cuadro 80 Datos Hidráulicos

Tirante del agua (y):	0.70 m
Altura libre de muro (H_p):	3.20 m
P.E. del agua (γ_f):	1.00 ton/m ³
Ancho hidráulico de paño (B_h):	Sección B
Altura hidráulica (H_h):	Sección B

Cuadro 81 Datos Geológicos y Geotécnicos

Capacidad portante del suelo (σ_s):	4.74 kg/cm ²
Peso específico del suelo de apoyo (γ_s):	1.74 ton/m ³
Coeficiente de balasto del suelo (K_s):	46.34 kg/cm ³
Clasificación de suelos (S):	S1
Ángulo de fricción (ϕ):	33.10°
Capacidad portante del suelo (σ_s):	4.74 kg/cm ²

Cuadro 82 Dimensiones para el análisis

	Muro $H=3.20$
Altura de zapata (H_z):	0.35 m
Longitud de paño (L):	1.00 m
Ancho de la base del muro (B):	3.10 m
Geometría del muro (ep):	Ver Fig. 08
Resistencia del concreto (f'_c):	280 kg/cm ²
Fluencia del acero (f_y):	4200 kg/cm ²
Peso Específico del concreto (γ_c):	2.40 ton/m ³

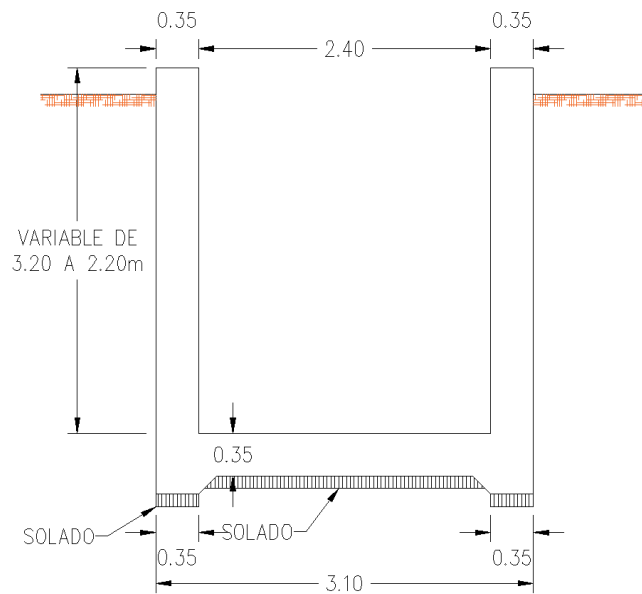
- Carga Muerta (DC): Peso propio de la estructura (se calcula con la geometría).
- Carga de empuje hidráulico (WA): El empuje hidráulico se representa como una carga triangular y la base del triángulo de fuerzas se calcula como el producto de la altura del agua por el peso específico del mismo.

2.4.1.1.2 Análisis estructural

El análisis estructural se desarrolla por medio de cálculos manuales considerando el muro en voladizo empotrado en la cimentación, calculamos el momento flector y fuerza cortante para el efecto más desfavorable, que es cuando actúa el empuje del suelo y la estructura está vacía, estos cálculos se muestran a continuación.

Cabe mencionar que esta estructura está enterrada, por lo tanto, no hay posibilidad de deslizamiento y volteo.

Ilustración 98 Sección crítica para el análisis (Elevación)



2.4.1.1.3 Diseño de Muros

El análisis y diseño se desarrolla con el máximo empuje y que esta actúa sobre la cara del muro, se considera que el muro que se apoya lateralmente porque es una caja de concreto, por ende, se considera al muro como una losa simplemente apoyada.

A continuación, se presenta el diseño.

MEMORIA DE MURO EN VOLADIZO

Datos del buzón

$A_{unitario} =$	1.00 m	(Ancho tributario para el análisis)
$e_{muro} =$	0.35 m	(Espesor del muro)
$e_{L.fondo} =$	0.35 m	(Espesor de losa de fondo)
$\gamma_c =$	2.40 ton/m ³	(Peso específico del concreto)
$f'_c =$	280.00 kg/cm ²	$E =$ 2509980.08 ton/m ² (Módulo de elasticidad del concreto)
$H_{relleno} =$	3.35 m	$I =$ 0.003573 m ⁴
$H_{muro} =$	3.35 m	
$S/C =$	0.50 ton/m ²	(Sobre carga)

A) DISEÑO DE MUROS

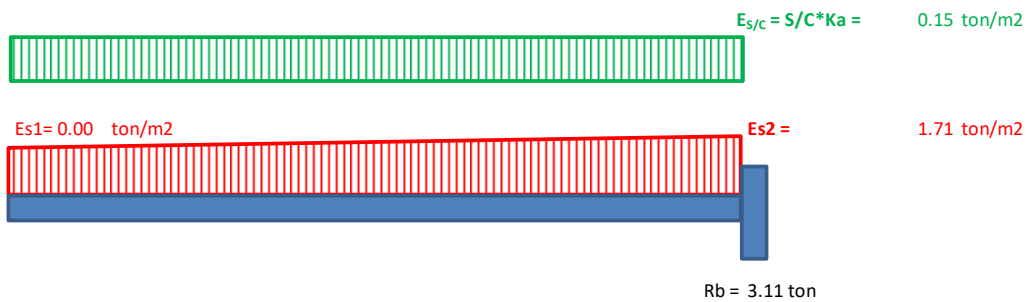
Cálculo de los empujes laterales

H	$\gamma_s(T/m^3)$	$\phi(^{\circ})$	k_a	K_p	$E_s(ton/m^2)$	$E_p(ton/m^2)$
0.00	1.74	33.10	0.29	3.41	0	0
3.35	1.74	33.10	0.29	3.41	1.71	19.85

k_a : Coeficiente de empuje activo

K_p : Coeficiente de empuje pasivo

Cargas de empuje en el muro



Servicio

$ME_{S/C} =$	0.82 ton-m	$VE_{S/C} =$	0.25 ton
$ME_S =$	3.20 ton-m	$VE_S =$	2.87 ton

Ultimo

factor	1.70 (Factor de amplificación)		
$M =$	6.84 ton-m	$V =$	5.29 ton

Diseño por flexión

$e_{muro} =$	0.35 m	$d' =$	0.065 m
$d =$	0.285 m		

Refuerzo vertical

para la cara en flexión

$A_s =$ 7.06 cm²

$A_{smin} =$ 6.30 cm²

$A_{req} =$ 7.06 cm²

Colocar: 1/2" @ 0.15

Refuerzo horizontal

en cada cara

$A_s =$ 5.25 cm²

$A_{smin} =$ 5.25 cm²

$A_{req} =$ 5.25 cm²

$A_{colocado} =$ 8.60 cm² > 7.06 cm² OK

Diseño por corte

$\phi =$	0.85		
$V_c =$	21484.17 kg	$=$	21.48 ton
$V_u =$			5.29 ton
V_c	>	V_u	Cumple OK

Cuántía mínima por contracción y temperatura

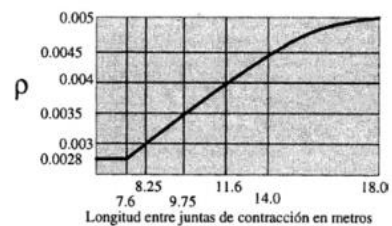
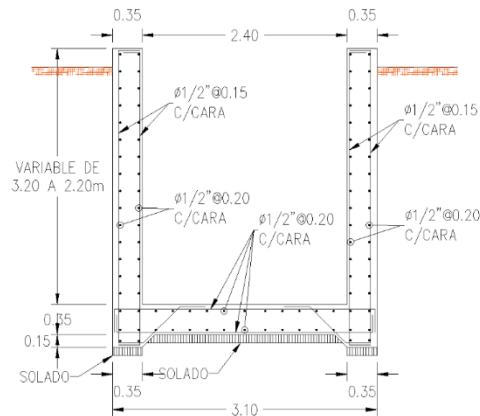


Ilustración 99 Detalle de refuerzo de muro y cimentación.



2.4.1.2 Buzón H= 3.20

El buzón típico es de concreto armado y tiene una altura de 3.00m, para el análisis y diseño se trabaja por un metro lineal de longitud:

Cuadro 83 Datos Hidráulicos

Tirante del agua (y):	1.20 m
P.E. del flujo (yf):	1.00 ton/m3
Diámetro interno del buzón (bi)	3.00 m
Altura interna del buzón (hi)	3.20 m

Cuadro 84 Datos Geológicos y Geotécnicos

Capacidad portante del suelo (σ_s):	5.82 kg/cm2
Peso específico del suelo (γ_s):	1.74 ton/m3
Coeficiente de balasto del suelo (K_s):	46.34 kg/cm3
Clasificación de suelos (S)	S1
Ángulo de fricción (ϕ)	33.10°

Cuadro 85 Dimensiones para el análisis

Altura de buzón a ejes (hr):	3.475 m
Espesor de muros (ep):	0.25 m
Espesor de losa superior (es):	0.25 m
Espesor de losa inferior (ei):	0.30 m
Resistencia del concreto (f'_c):	280 kg/cm2

- Carga Muerta (DC): Peso propio de la estructura (considerado en el programa).
- Carga Viva peatonal (LL): Sobre carga = 500 kg/m²
- Carga Empuje lateral de suelo (EH)

La estructura se encuentra enterrado, por lo tanto, no se considera el efecto del sismo.

2.4.1.2.1 Diseño

MEMORIA DE CÁLCULO DE BUZÓN Hi = 3.20 m

Datos del buzón

A _{unitario} =	1.00 m	(Ancho tributario para el análisis)
D =	3.00 m	(Diámetro interior)
e _{muro} =	0.25 m	(Espesor del muro)
e _{Lsup} =	0.25 m	(Espesor de losa superior)
e _{Lfondo} =	0.30 m	(Espesor de losa de fondo)
γ _c =	2.40 ton/m ³	(Peso específico del concreto)
f' _c =	280.00 kg/cm ²	E = 2509980.08 ton/m ² (Módulo de elasticidad del concreto)
H _{muro} =	3.475 m	I = 0.001302 m ⁴
S/C =	0.50 ton/m ²	(Sobre carga)

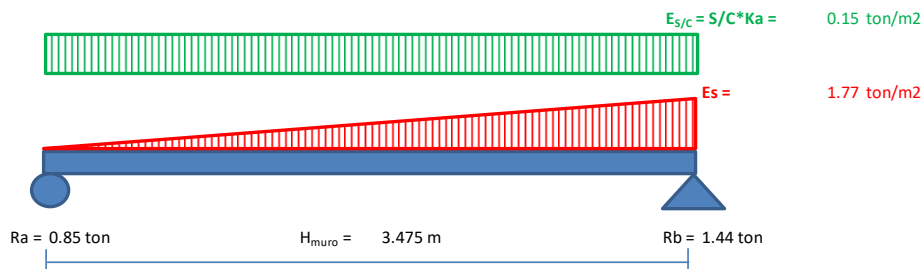
A) DISEÑO DE MUROS

Cálculo de los empujes laterales

H	γs(T/m ³)	φ(°)	ka	Kp	Es(ton/m ²)	Ep(ton/m ²)
0.00	1.74	33.10	0.29	3.41	0	0
0.50	1.74	33.10	0.29	3.41	0.26	2.96
1.00	1.74	33.10	0.29	3.41	0.51	5.93
1.50	1.74	33.10	0.29	3.41	0.77	8.89
2.00	1.74	33.10	0.29	3.41	1.02	11.85
2.50	1.74	33.10	0.29	3.41	1.28	14.82
3.48	1.74	33.10	0.29	3.41	1.77	20.59

ka: Coeficiente de empuje activo
Kp: Coeficiente de empuje pasivo

Cargas de empuje en el muro



Servicio

ME _{S/c} =	0.22 ton-m	VE _{S/c} =	0.26 ton
ME _S =	0.79 ton-m	VE _S =	1.18 ton

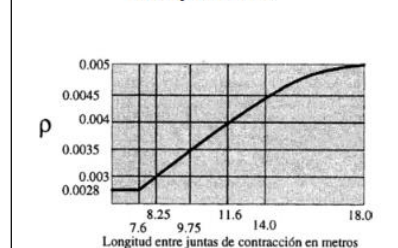
Ultimo

factor	1.70 (Factor de amplificación)		
M =	1.72 ton-m	V =	2.45 ton

Diseño por flexión

e _{muro} =	0.25 m	d' =	0.06 m
d =	0.19 m		
Refuerzo vertical para la cara en flexión		Refuerzo horizontal en cada cara	
As =	2.66 cm ²	As =	3.75 cm ²
Asmin =	4.50 cm ²	Asmin =	3.75 cm ²
Areq =	4.50 cm ²	Areq =	3.75 cm ²

Cuántia mínima por contracción y temperatura



Colocar: 1/2" @ 0.20 ==> Acolocado = 6.45 cm² > 4.50 cm² OK

Diseño por corte

$\emptyset = 0.85$
 $V_c = 14322.78 \text{ kg} = 14.32 \text{ ton}$
 $V_u = 2.45 \text{ ton}$
 $V_c > V_u$ Cumple OK

B) DISEÑO DE LOSA DE FONDO

$q_{adm} = 5.82 \text{ kg/cm}^2$ (capacidad admisible del suelo)
 $q_{adm} = 58.20 \text{ ton/m}^2$ (capacidad admisible del suelo)

Metrado de cargas para la losa de fondo

$PP_{muros} = 21.29 \text{ ton}$ (Peso propio del muro)
 $PP_{losa} = 5.77 \text{ ton}$ (Peso propio de la losa superior)
 $PP_{fondo} = 6.93 \text{ ton}$ (Peso propio de la losa de fondo)
 $PP_{dados} = 0.00 \text{ ton}$ (Peso propio de dados de fondo)
 $S/C = 4.81 \text{ ton}$ (Peso de sobre carga)

$P_t = 38.80 \text{ ton}$ (Peso total)
 $A_{fondo} = 14.52 \text{ m}^2$ (Área de contacto con el terreno)

$q_{presion} = 2.67 \text{ ton/m}^2$ (Presión que ejerce el buzón)

$q_{presion} < q_{adm}$ OK

Cálculo del refuerzo

$e_{L.fondo} = 0.30 \text{ m}$ $d' = 0.06 \text{ m}$
 $d = 0.24 \text{ m}$

$W = 2.67 \text{ ton/m}^2$ (Reacción máxima del suelo)
 $W_u = 4.14 \text{ ton/m}^2$ (Reacción máxima amplificada del suelo)

$M_u = 3.98 \text{ ton-m}$ ($M_u = W_u * L * L / 11$)

Refuerzo longitudinal para la cara en flexión
 Refuerzo transversal en cada cara

$A_s = 4.87 \text{ cm}^2$ $A_s = 4.50 \text{ cm}^2$
 $A_{smin} = 5.40 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 4.50 \text{ cm}^2$

$A_{req} = 5.40 \text{ cm}^2$ $A_{req} = 4.50 \text{ cm}^2$

Colocar: 1/2" @ 0.20 ==> Acolocado = 6.00 cm² > 5.4 cm² OK

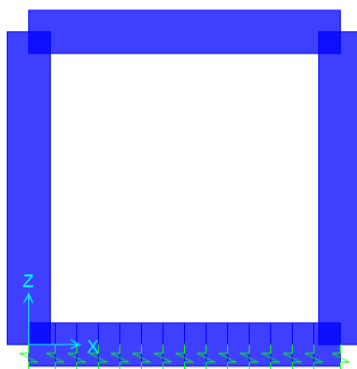
2.4.1.3 Alcantarilla

La estructura al encontrarse enterrada no sufrirá efectos de volteo y deslizamiento. Para el análisis estructural se usó el software SAP2000 V23 versión de prueba, las cargas consideradas son el empuje de suelo y el empuje debido a la sobrecarga peatonal.

La cimentación se consideró apoyado en suelo cuya representación es por medio de resortes. Los nodos de las esquinas se restringieron en el plano horizontal, sin embargo, en la dirección vertical se colocó resortes con las propiedades del coeficiente de balasto.

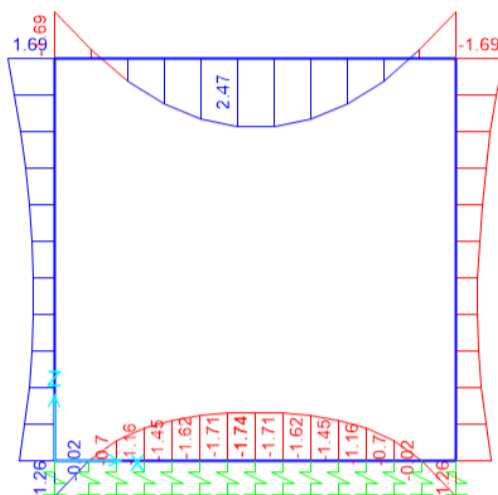
En la Ilustración, se muestra el modelo en elevación de la sección típica de la alcantarilla: Cabe indicar que el modelo es a base de elementos tipo barras (frame).

Ilustración 100 Modelo (Vista en elevación)



El diseño se realizó por la combinación de resistencia 1 se muestran el diagrama de momentos flector en la losa y muros.

Ilustración 101 Diagrama de momento flector (ton-m)



Cálculo del acero por flexión.

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right); M_u = \phi * M_n; A_s = \frac{0.85 * f_c * a * b_w}{f_y}$$

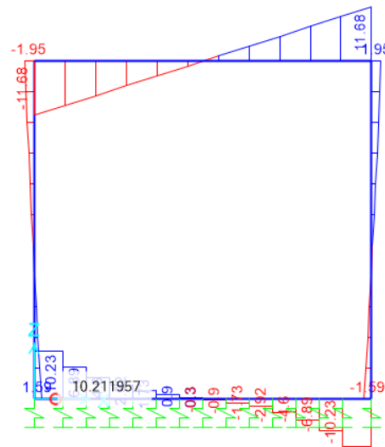
Cuadro 86 Resultados del refuerzo de la alcantarilla.

	Para la cara en flexión
Momento ultimo (Mu):	2.47 ton-m
d (cm)	18.50 cm
Acero necesario (As):	3.92 cm ²
Acero mínimo (ASmin):	3.75 cm ²
Refuerzo colocado: Ø3/8" @0.15	4.73 cm ²

Para el refuerzo transversal a la dirección del análisis colocamos refuerzo mínimo (doble malla) de $\varnothing 3/8'' @ 0.175 \text{ c/cara}$, para la losa superior, muro y losa de fondo.

El diseño se realizó por la combinación de Resistencia 1, En la siguiente ilustración se muestran los diagramas de fuerza cortante en la alcantarilla. Diseño se realizó por la combinación de Resistencia 1,

Ilustración 102 Diagrama de fuerza en la sección de la alcantarilla (ton)



$$V_r = \emptyset * V_n; V_n = V_c + V_s + V_p; \emptyset V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

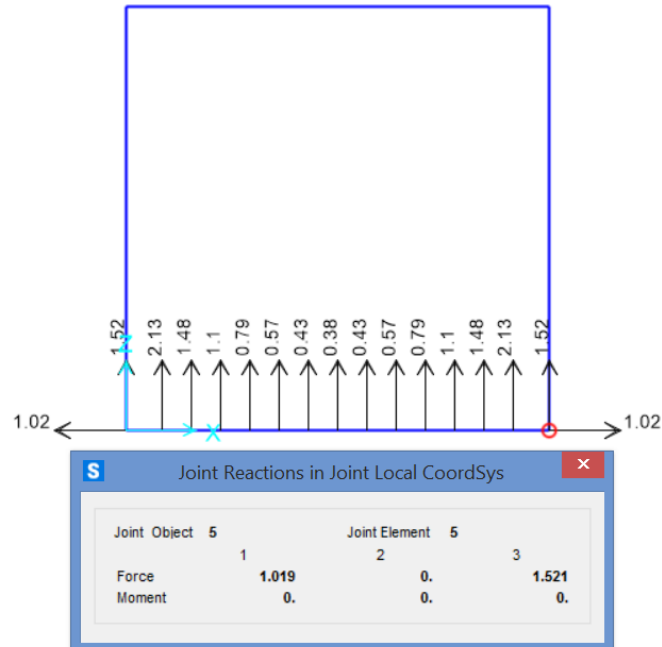
Cuadro 87 Resultados del diseño por fuerza cortante en la alcantarilla.

Ancho (b):	100.00 cm
Peralte (d):	18.50 cm
Resistencia del concreto (f'c):	280 kg/cm2
Cortante tomado por el concreto (ϕV_c):	13.94 ton
Cortante ultimo (Vu):	10.20 ton
Verificación:	Ok

Se observa que el concreto tiene la capacidad de tomar el cortante último.

- Verificación de las presiones

Ilustración 103 Diagrama presiones (ton/m²)



De la anterior ilustración la presión máxima es $\sigma_s = 1.52 \text{ ton} / (0.0625 \cdot 1.00) = 24.32 \text{ ton/m}^2$ y la capacidad admisible del suelo es $q_a = 29.70 \text{ ton/m}^2$, se observa que la máxima presión es menor a la capacidad admisible del suelo, por lo tanto, la cimentación cumple por estabilidad.

2.4.1.4 Dado de concreto.

Los dados de concreto sirven para apoyar los postes de las barreras dinámicas.

Para el análisis y diseño se considera el dado más crítico el cual tiene una altura de 1.00m, y 1.00m x 1.00m en planta.

2.4.1.4.1 Verificación de presiones:

Peso poste = 98 kg

Peso placa base = 38.6 kg

Peso dado = 2400 kg

Pt = 2537 kg = 2.54 ton

A = 1m² (área del dado)

$\sigma = Pt/A = 2.54 \text{ ton/m}^2 < q_a = 32.10 \text{ ton/m}^2$

Por lo tanto, la dimensión es adecuada.

2.4.1.4.2 Cálculo del refuerzo del dado.

Ilustración 104 Vista en planta

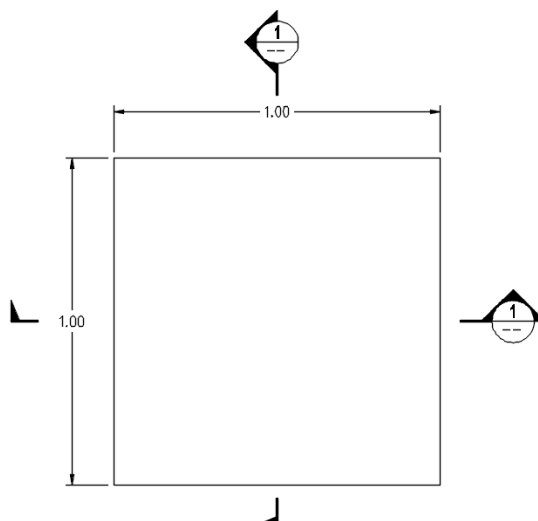
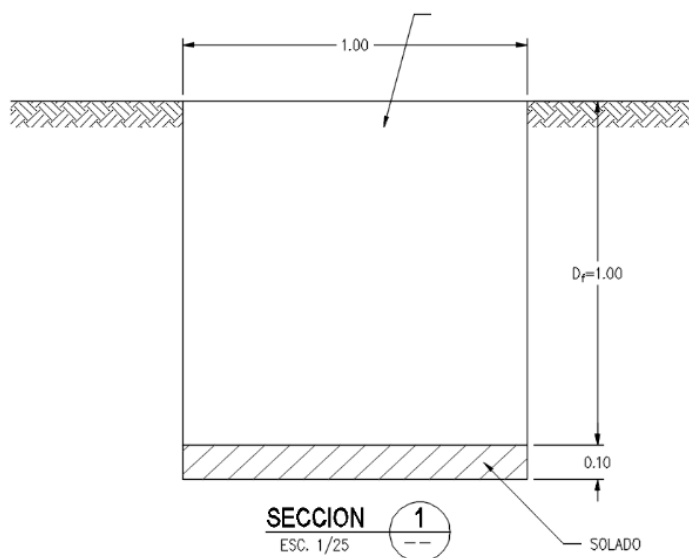


Ilustración 105 Vista en elevación



Cuadro 88 Dimensiones mínimas y cargas – Geobrugg Andina Perú

Peso del poste HEB260:	98.00 kg
Peso del poste HEB220:	80.00 kg
Peso de la placa base:	38.60 kg
Resistencia del concreto (f'_c):	350 kg/cm ²

Cuadro 89 Datos Geológicos y Geotécnicos

Peso del poste HEB260:	98.00 kg
Peso del poste HEB220:	80.00 kg
Peso de la placa base:	38.60 kg
Resistencia del concreto ($f'c$):	350 kg/cm ²

Cuadro 90 Dimensiones para el análisis

	Dado H=1.00
Longitud de paño (L):	1.00 m
Ancho de la base del muro (B):	1.00 m
Geometría del muro (ep):	Ver ilustración: vista en planta y elevación
Resistencia del concreto ($f'c$):	350 kg/cm ²
Fluencia del acero (f_y):	4200 kg/cm ²
Peso Específico del concreto (γ_c):	2.40 ton/m ³

- Carga Muerta (DC): Peso propio del dado (se calcula con la geometría).

2.4.1.4.3 Verificación de presiones:

- Peso poste = 98 kg
- Peso placa base = 38.6 kg
- Peso dado = 2400 kg
- $P_t = 2537 \text{ kg} = 2.54 \text{ ton}$
- $A = 1\text{m}^2$ (área del dado)
- $\sigma = P_t/A = 2.54 \text{ ton/m}^2 < q_a = 32.10 \text{ ton/m}^2$

Por lo tanto, la dimensión es adecuada.

2.4.1.4.4 Cálculo del esfuerzo del lado.

La estructura se encuentra enterrado, por lo tanto, no se considera el efecto del sismo.

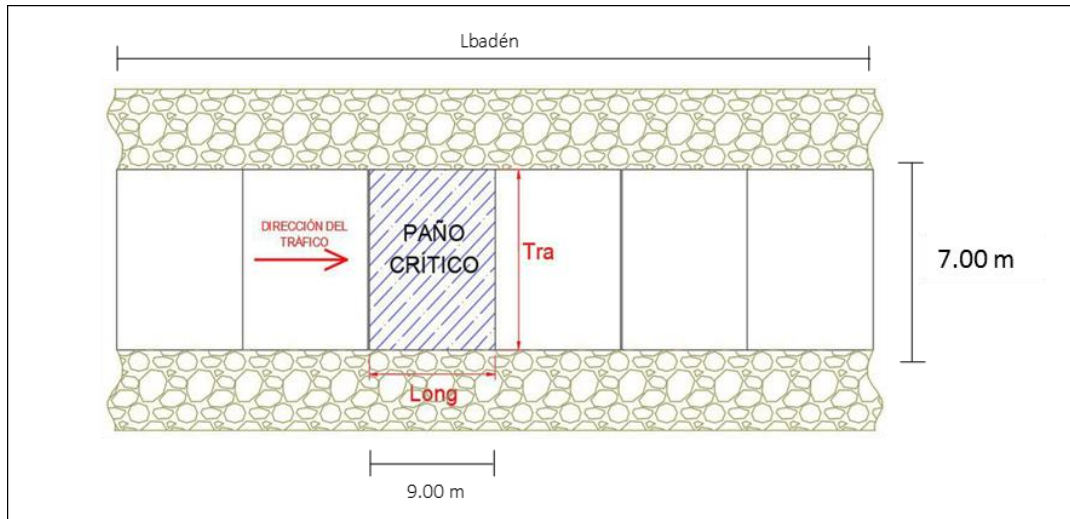
El refuerzo se considera como una cuantía mínima por contracción y temperatura, para ello tomamos un espesor de 30 cm que actúa como una piel reforzada que confina el núcleo de concreto sin armar.

$A_{smin} = 0.003 \cdot 100 \cdot 30 = 9.00 \text{ cm}^2$, por lo tanto, colocamos $\varnothing 5/8'' @ 0.20$.

2.4.1.5 Badén

se observa la configuración del badén en planta y se resalta el paño a diseñar:

Ilustración 106 Vista en planta Badén 02



Cuadro 91 Datos Hidráulicos

Tirante del agua (y):	0.80 m
P.E. del flujo con transporte de sedimentos (γ_f):	1.68 ton/m ³
Ancho de paño (B)	7.00 m

Cuadro 92 Datos Hidráulicos

Capacidad portante del suelo (σ_s):	7.60 kg/cm ²
Peso específico del suelo (γ_s):	1.64 ton/m ³
Coeficiente de balasto del suelo (K_s):	21.39 kg/cm ³
Clasificación de suelos (S)	S1
Ángulo de fricción (ϕ)	34.60°

Cuadro 93 Dimensiones para el análisis

Longitud de paño (L):	9.00 m
Ancho de paño (B):	7.00 m
Espesor de losa (ep):	0.30 m
Resistencia del concreto (f'_c):	280 kg/cm ²
Fluencia del acero (f_y):	4200 kg/cm ²

Peso Específico del concreto (yc):	2.40 ton/m3
Peso Específico del asfalto (yaf):	2.24 ton/m3

- Carga Muerta (DC): Peso propio de la estructura (considerado en el programa)
- Carga Muerta (DW): Superficie de rodadura = 112 kg/m2
- Carga de detrito (WA): WA = 1312 kg/m2
- Carga Viva Vehicular (LL): Consiste en la combinación de camión de diseño o tándem de diseño y carga distribuida de diseño.

S/C Vehicular = HL-93 + sobre carga de carril

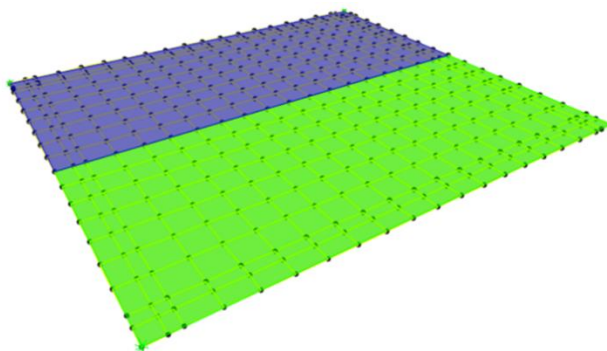
- El baden se encuentra apoyado sobre el suelo, por lo tanto, la fuerza sísmica no se considera.

2.4.1.5.1 Análisis estructural

En el análisis estructural del badén se usó el software SAP2000 versión de prueba, en este modelo colocamos las cargas correspondientes al camión de diseño, en el análisis se considera dos carriles o vías apoyados en suelo cuya representación es por medio de resortes. El paño de la losa está discretizado en elementos de tamaño aproximado de 0.50 metros por lado y se restringe el movimiento de los nodos de las esquinas en el plano horizontal, es decir solo se permite el desplazamiento vertical de los nodos.

En la siguiente Ilustración se muestra el modelo en 3D con la posición de las vías (área azul y verde): se observa la configuración del baden en planta y se resalta el paño a diseñar:

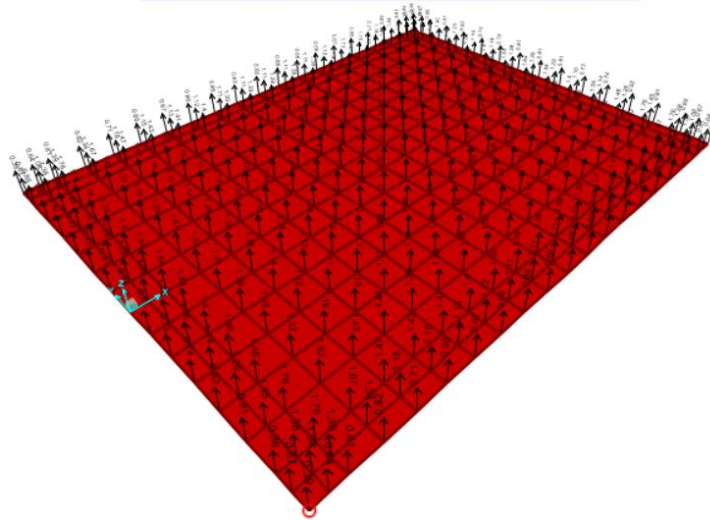
Ilustración 107 Vista en planta Baden 02



La verificación de presiones máximas se realiza mediante las reacciones del suelo sobre el área tributaria.

Ilustración 108 Reacciones en los nudos

Joint Reactions in Joint Local CoordSys				
Joint Object	35	Joint Element		
	1	2	3	
Force	0.	0.	0.393	
Moment	0.	0.	0.	



la reacción máxima $R = 0.39$ ton, el área tributaria $A_t = 0.125 \times 0.125 = .01562$ m², entonces la presión máxima $\sigma = R / A_t = 24.96$ ton/m², la capacidad admisible del suelo $q_a = 7.60$ kg/cm² = 76.00 ton/m², la máxima presión del suelo es menor que la capacidad admisible del suelo, por lo tanto, cumple por estabilidad.

2.4.1.5.2 Diseño por flexión

El diseño se realizó por la combinación de resistencia 1. En las siguientes ilustraciones se muestran el diagrama de momentos flector en la cara superior e inferior y en la dirección X-X e Y-Y.

Ilustración 109 Diagrama de momento flector X-X (Inferior)

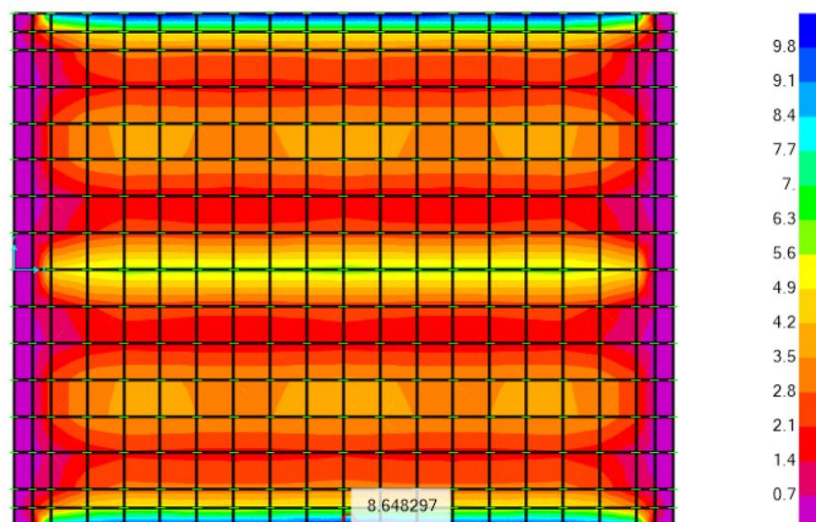


Ilustración 110 Diagrama de momento flector X-X (superior)

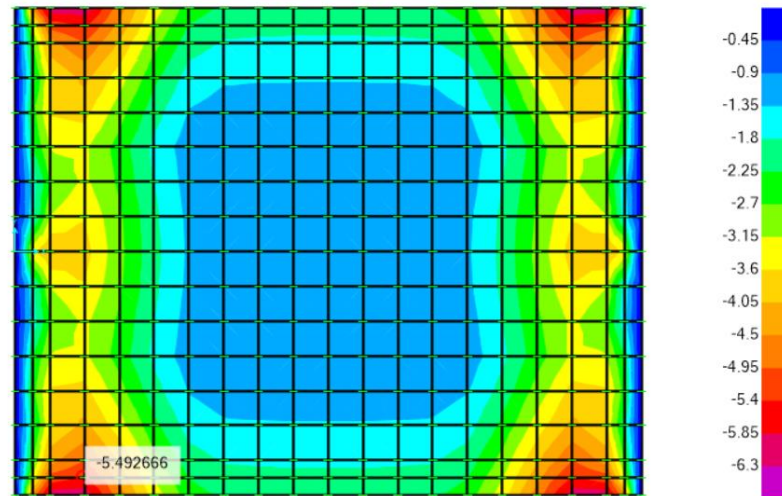


Ilustración 111 Diagrama de momento flector y-y (Inferior)

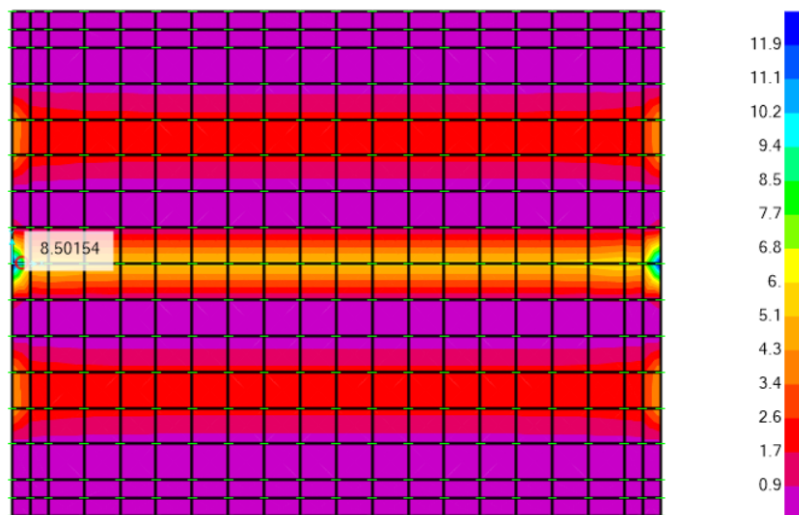
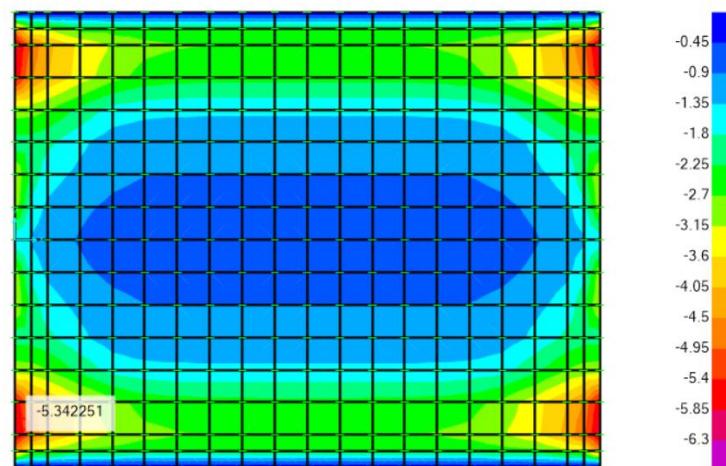


Ilustración 112 Diagrama de momento flector y-y (Inferior)



Cálculo del acero por flexión.

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right); M_u = \phi * M_n; A_s = \frac{0.85 * f_c * a * b_w}{f_y}$$

Cuadro 94 Resultados del Refuerzo.

	Longitudinal (XX)	Transversal (YY)
Momento ultimo (Mu):	8.65 ton-m	8.50 ton-m
Peralte efectivo (d):	23.50 cm	23.50 cm
Acero necesario (As):	10.81 cm2	10.63 cm2
Acero mínimo (ASmin):	4.50 cm2	4.50 cm2
Acero colocado (Asc): Ø5/8" @0.15	13.27 cm2	13.27 cm2

Entonces colocamos refuerzo de Ø5/8" @0.15 c/cara y c/sentido

2.4.1.5.3 Diseño por fuerza cortante

El diseño se realizó por la combinación de Resistencia 1, En las siguientes ilustraciones se muestran los diagramas de fuerza cortante en la dirección X-X e Y-Y.

Ilustración 113 Diagrama de fuerza cortante X-X

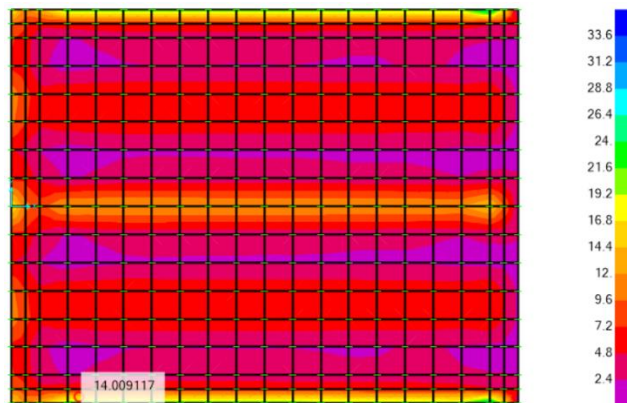
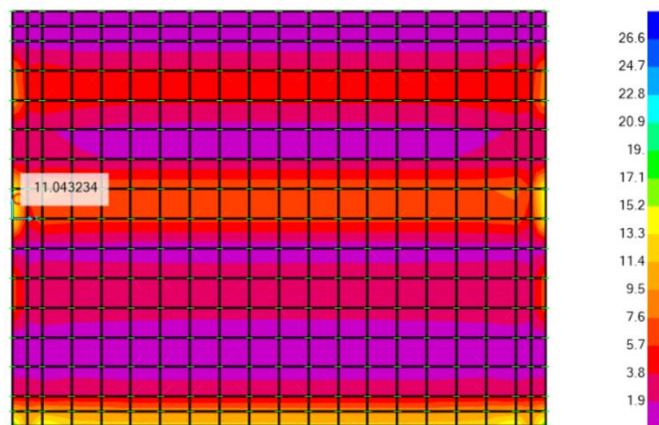


Ilustración 114 Diagrama de fuerza cortante Y-Y



$$V_r = \phi * V_n ; V_n = V_c + V_s + V_p ; V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

Cuadro 95 Resultados del diseño por fuerza cortante del Baden.

Ancho (b):	100.00 cm
Ancho (b):	100.00 cm
Peralte (d):	23.50 cm
Resistencia del concreto (f'c):	280 kg/cm2
Cortante tomado por el concreto (Vc):	17.72 ton
Cortante ultimo (Vu):	14.00 ton
Verificación:	Ok

Se observa que el concreto tiene la capacidad de tomar el cortante último, por lo tanto, no requiere estribos.

3 ESTUDIO INTEGRAL ASOCIADO AL PROYECTO

3.1 Afectaciones prediales

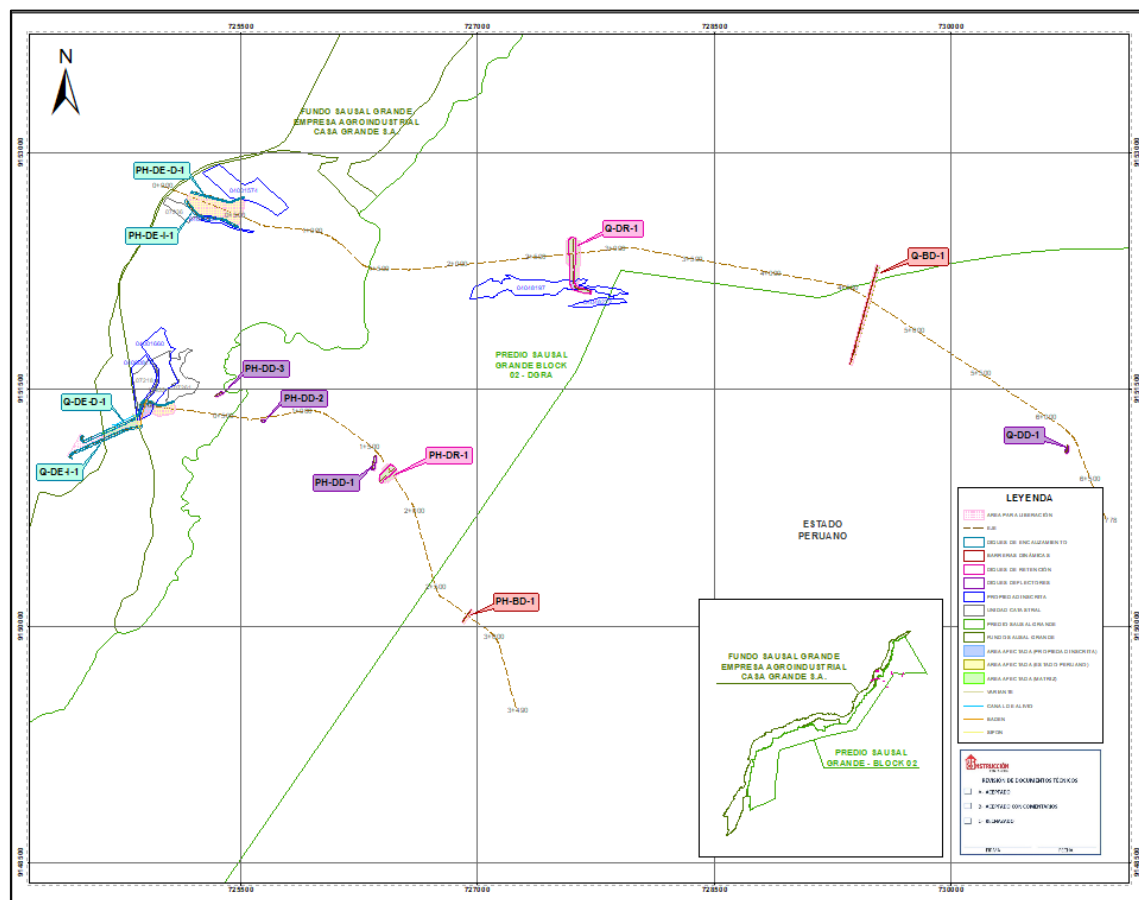
El Anexo 2B Específico del Contrato relativo al Paquete 06 de la entrega de las Defensas Ribereñas de los ríos Virú y Río Chicama, establece en su Numeral 320.01 que se debe garantizar la disponibilidad oportuna del terreno libre de afectación predial e interferencias para la ejecución de las obras civiles; evitándose, minimizándose; mitigándose y compensándose los impactos de la liberación de áreas.

Dentro de dicho marco, la evaluación de afectaciones prediales la realización del diagnóstico predial preliminar, aceptados todos por ARCC. Dicha evaluación se basó en la revisión del estudio de perfil, trabajos de campo, información solicitada a diversas entidades, estudio de geo portales de información geográfica, además de gestión ante SUNARP para la obtención de títulos archivados y Certificados de Búsqueda Catastral.

En base a toda la información evaluada y contrastada con la información gráfica previamente elaborada en base a fuentes diversas, se seleccionó la información relevante a efectos de la presente investigación, la misma que se halla debidamente representada en los respectivos Planos e Informes de diagnóstico preliminar por cada sector.

Para el caso específico del Paquete 2 – Qdas. Pampa Hermosa y Quirripango, se estableció el siguiente análisis en cuanto a la especialidad de afectaciones prediales:

Ilustración 115 Esquema del Plano de Prediagnóstico de los diques y encauzamiento Pampa Hermosa y Quirripango



Cuadro 96 Predios identificados afectados

N°	CODIGO DE AFECTACIÓN	TITULAR	PARTIDA ELECTRÓNICA	TIPO DE BIEN	MARGEN	AREA TOTAL (HA)	AREA AFECTADA (HA)	AREA REMANENTE (HA)	GRAV	RIESGO
1	CHIC-DIQ-QPH-001	MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO	04002109 V SEDE REGISTRAL	BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	9765.3974	3.7918	9761.6056	AFECTACIÓN EN USO A FAVOR DE ARCC	
2	CHIC-DIQ-QPH-002	ESTADO PERUANO	-	BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	-	7.6110	-	NO	
3	CHIC-DIQ-QPH-003	LA FIDUCIARIA S.A. CASA GRANDE S.A.	04056532 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	IZQ	4354.88	1.3188	4353.5612	ANOTACION PREVENTIVA DE INICIO DE TRATO DIRECTO (CADUCA)	

N°	CODIGO DE AFECTACIÓN	TITULAR	PARTIDA ELECTRÓNICA	TIPO DE BIEN	MARGEN	AREA TOTAL (HA)	AREA AFECTADA (HA)	AREA REMANENTE (HA)	GRAV	RIESGO
4	CHIC-DIQ-QPH-004	CABADA DE TORRES MARINA HERLINDA TORRES SAAVEDRA JOSE CONVERSION	04039724 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	0.66	0.1851	0.4749	NO	
5	CHIC-DIQ-QPH-005	CONCEPCION LEOCADIO TERRONES MARIA EDLMIRA GUTIERREZ DE TERRONES	04001574 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	6.00	0.0539	5.9461	NO	
6	CHIC-DIQ-QPH-006	GOMEZ HERRERA LUIS	04048197 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	6.7	0.3081	6.3919	NO	
7	CHIC-DIQ-QPH-007	BILLY JORDAN CHIGNE CARRERA	04000817 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	3.80	0.0218	3.7782	NO	
8	CHIC-DIQ-QPH-008	SANTOS MARIO CHIGNE TERRONES	04001660 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	5.3914	0.6078	4.7836	NO	
9	CHIC-DIQ-QPH-009	-	UC 07236	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	1.4407	0.0805	1.3602	NO	
10	CHIC-DIQ-QPH-010	-	UC 07218	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	2.9093	0.1368	2.7725	NO	
11	CHIC-DIQ-QPH-011	-	UC 13933	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	DER	3.3373	0.0688	3.2685	NO	
12	CHIC-DIQ-QPH-012	-	UC 07261	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	DER	2.8822	0.0036	2.8786	NO	

3.2 Componente de Interferencias

Cabe indicar que el T.U.O. del Decreto Legislativo 1192 define como interferencias a aquellas instalaciones existentes, a cargo de empresas o entidades prestadoras de servicios públicos; y otras instalaciones o bienes que se encuentren dentro del área de ejecución de Obras de Infraestructura, incluyendo, de manera no limitativa, a los bienes para la prestación directa e indirecta del servicio

público (electricidad, saneamiento, telecomunicaciones), paneles, canales, paraderos, señalización, semáforos.

Para determinar los servicios que resultan afectados y las medidas de contingencia necesarias que deben ejecutarse para reponerlos en obra, se ha clasificado a los mismos teniendo en cuenta la función que desempeñan y las características de red e infraestructura civil que poseen, para ser removidas, desplazadas, clausuradas o repuestas de tal forma que durante y después de realizada la ejecución de obra, mantengan la misma calidad de prestación que venían realizando.

Los servicios que se hacen necesarios evaluar, al encontrarse en el área del proyecto son los siguientes:

- Interferencias con suministro de energía eléctrica.
- Interferencia con telecomunicaciones.
- Interferencia con captaciones de agua.
- Interferencias con redes de suministro de agua potable y desagüe.
- Entre otras.

3.2.1 Metodología para la identificación de Interferencias.

Con la finalidad de identificar las interferencias en todo el tramo del proyecto, se ha establecido el siguiente procedimiento, el cual se divide en 3 fases:

- Fase preliminar de gabinete
- Fase de campo
- Fase final de gabinete.

3.2.2 Identificación de Interferencias.

3.2.2.1 Canal Salinar Quemazón – Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Chicama.

El canal Salinar Quemazón se encuentra ubicada en el ámbito del distrito de Chicama cercano al encauzamiento de la quebrada Pampa Hermosa entre las progresivas 2+800 al 2+900 respecto al canal.

A. Alcantarilla.

De la información recopilada en campo, se evidencia la existencia de una alcantarilla, ubicado en el ámbito del distrito de Chicama cercano al encauzamiento de la quebrada Pampa Hermosa entre las progresivas 2+800 al 2+900 del canal, y respecto a la margen izquierda en relación al dique proyectado.

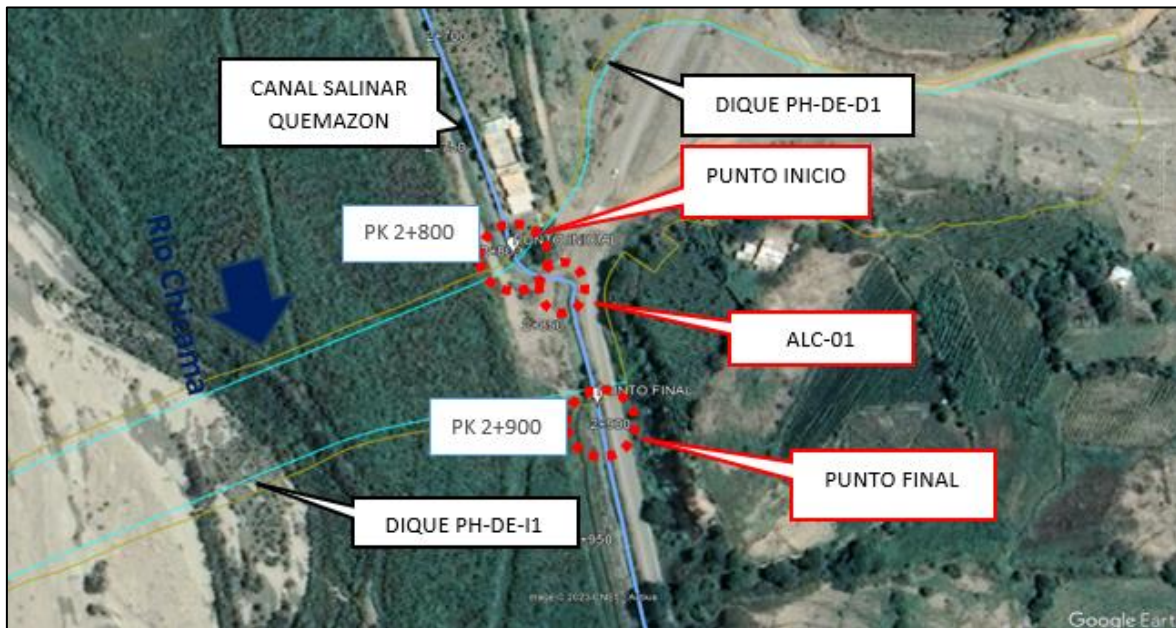
Cuadro 97 Coordenadas de la ubicación del canal Salinar Quemazón

TIPO	NOMBRE	COORDENADAS REFERENCIALES DE INTERSECCIÓN (UTM)			
		PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
CANAL	SALINAR QUEMAZON	724835.00	9151320.00	724869.00	9151251.00

Cuadro 98 Coordenadas de la ubicación de la alcantarilla identificada

ITEM	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84	
		ESTE	NORTE
1	ALC -01	724851.00	9151309.00

Ilustración 116 Ubicación de canal Salinar Quemazón y alcantarilla



3.2.2.1.1 Identificación del canal existente.

La identificación del canal Salinar Quemazón se basó en el trabajo de campo realizado para identificar las posibles infraestructuras hidráulicas que podrían ser afectadas por la construcción de diques, siendo el resultado la afectación de canal existente entre las progresivas 2+800 al 2+900 por la construcción de diques de encauzamiento proyectados de la quebrada Pampa Hermosa, como se muestra en la siguiente Ilustración:

Ilustración 117 Canal existente Salinar Quemazón



Ilustración 118 Alcantarilla existente



3.2.2.1.2 Solución definitiva

El canal Salinar Quemazón existente identificada entre sus progresivas 2+800 al 2+900 y la alcantarilla existente llegan a ser afectados por la construcción del dique de encauzamiento Pampa Hermosa, por tanto, se pone en conocimiento la gestión de verificación del canal ante la Junta de Usuarios de Chicama, por lo que **se propone realizar la construcción de un sifón, un canal de alivio y una alcantarilla** que permita al canal Salinar Quemazón continuar con el libre flujo del recurso hídrico y seguir abasteciendo a los regantes que forman parte de la junta de usuarios.

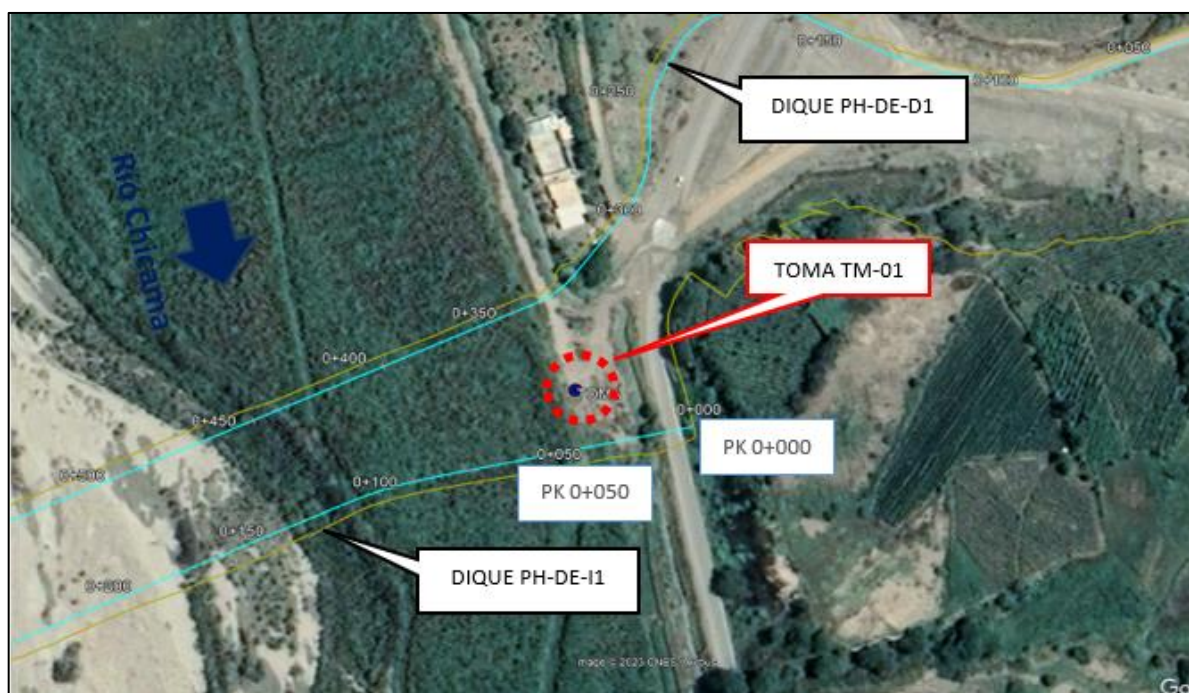
3.2.2.2 Toma

La única toma identificada se encuentra ubicada en el ámbito del distrito de Chicama cercano al encauzamiento de la quebrada Pampa Hermosa entre las progresivas 0+000 al 0+050, margen izquierda en relación al dique proyectado, como se muestra en la siguiente Ilustración.

Cuadro 99 Coordenadas de la ubicación de la toma identificada

ITEM	CÓDIGO	COORDENADAS WGS 84	
		ESTE	NORTE
1	TM -01	724840.88	9151277.42

Ilustración 119 Ubicación de toma identificada



3.2.2.2.1 Identificación de la toma existente

De la información recopilada en campo, se registró.

La identificación de la toma se basó en el trabajo de campo realizado para identificar las posibles infraestructuras hidráulicas que podrían ser afectadas por la construcción de diques, se evidencia la existencia de una toma/compuerta sobre el dique en encauzamiento proyectado de la margen izquierda entre las progresivas 0+000 al 0+050, como se muestra en la siguiente Ilustración:

Ilustración 120 Toma existente



3.2.2.2.2 Solución definitiva.

La toma existente existente identificada entre las progresivas 0+000 al 0+050, en relación al diseño de la margen izquierda, llega a ser afectado por la construcción del dique de encauzamiento Pampa Hermosa, por lo que **se propone la reubicación de la toma aguas abajo al canal**, de tal manera que no se vea afectado el flujo del recurso hídrico y su distribución.

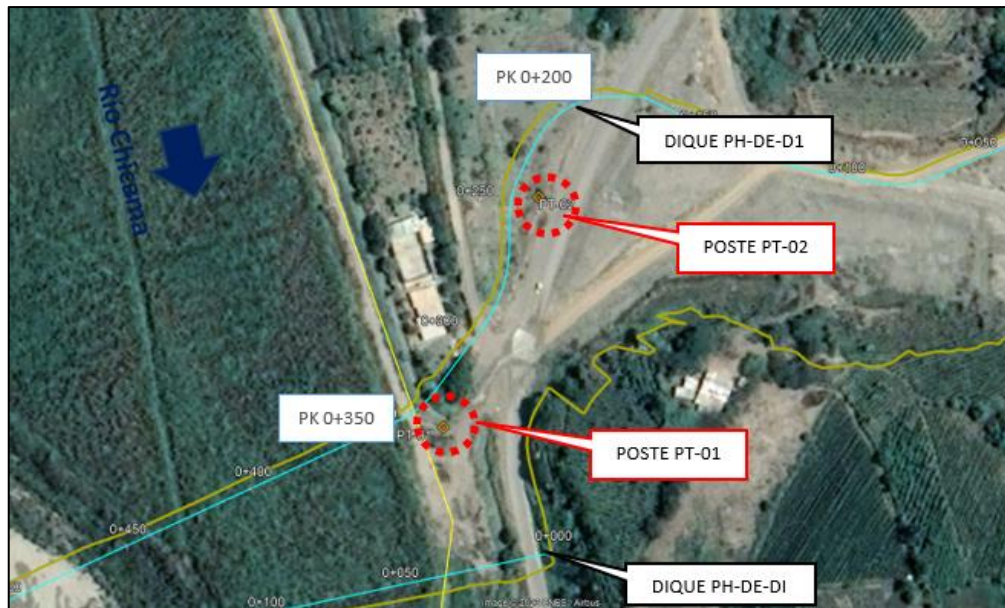
3.2.2.3 Infraestructura eléctrica.

La infraestructura eléctrica identificada en campo se encuentra ubicada en el encauzamiento de la quebrada Pampa Hermosa, se tiene 2 postes de media tensión ubicados entre las progresivas 0+200 al 0+350 respecto al dique de encauzamiento proyectado de la margen derecha (PH-DE-D1).

Cuadro 100 Poste dentro del dique de encauzamiento PH-DE-D1

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COORDNEDAS WGS 84	
			ESTE	NORTE
1	POSTE PT-01	MEDIA TENSIÓN	724842.00	9151308.00
2	POSTE PT-02	MEDIA TENSIÓN	724877.00	9151391.00

Ilustración 121 Ubicación de poste de media tensión en el Dique PH-DE-D1



3.2.2.3.1 Identificación de Poste de Media Tensión

La identificación de los postes ubicados en la margen derecha del dique de encauzamiento proyectado se llevó a cabo a través de la visita de campo entre la empresa OHLA e INYPSA. Cabe mencionar que se está identificando a qué empresa pertenece el poste de media tensión que se ha detectado la afectación respecto al dique. Así mismo se puede observar la interferencia en la siguiente ilustración:

Ilustración 122 Poste de media tensión PT-01



3.2.2.3.2 Solución definitiva de la interferencia.

Cabe indicar que **se viene realizando la búsqueda y recopilación de información para identificar a la entidad propietaria del poste, y así mismo se gestionará con la entidad correspondiente en la cual se informará que unas de sus infraestructuras están siendo afectada** por la construcción de los diques y que se deben reubicar, por último, se indica que la responsabilidad de elaborar el expediente técnico de reubicación corresponde a la entidad que presta el servicio público.

3.2.2.4 Otras estructuras identificadas

3.2.2.4.1 Red vial – Vía Nacional PE-1NF.

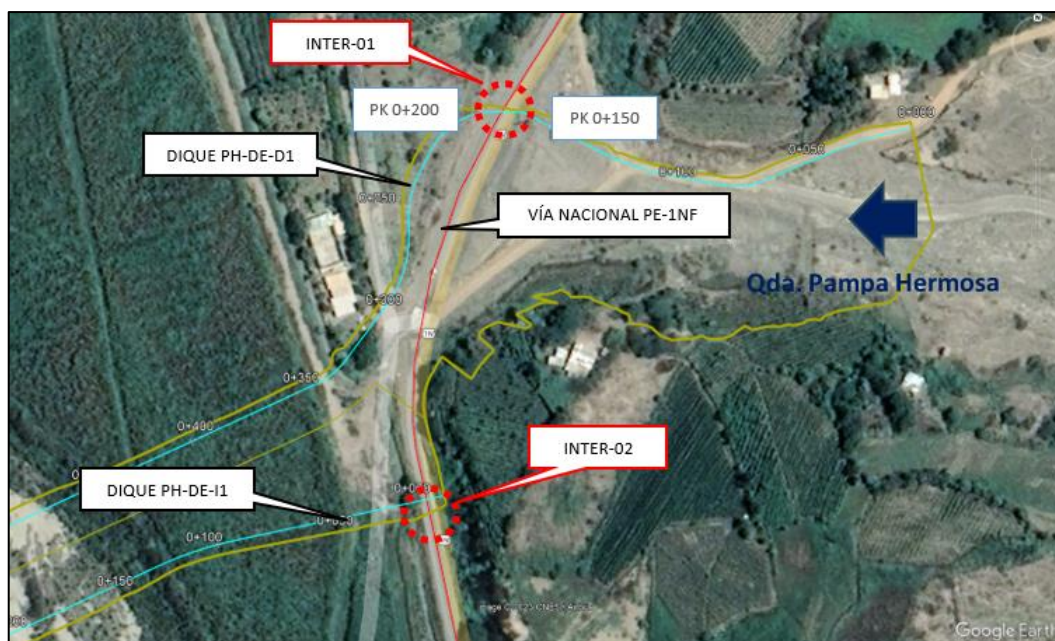
Para la construcción del dique de encauzamiento de la quebrada Pampa Hermosa se afectará la vía nacional PE-1NF, la cual cuenta con la siguiente ubicación.

Cuadro 101 Ubicación de vía nacional

ITEM	CODIGO DE INTERSECCION	TIPO	CODIGO DE LA VIA	COORDENADAS REFERENCIALES DE INTERSECCIÓN (UTM)			
				PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	INTER-01, 02	VÍA NACIONAL	PE-1NF	724908.00	9151427.00	724874.00	9151254.00

Se pone en conocimiento que la vía nacional PE-1NF permite conectar distritos a lo largo de su recorrido. Por tanto, es de vital importancia que dicho acceso no sea vea obstaculizado por los componentes del proyecto.

Ilustración 123 Ubicación de intersección de dique de encauzamiento y vía nacional PE-1NF, Qda. Pampa Hermosa



F. Identificación de vía existente.

La identificación de la vía nacional PE-1NF se dio a cabo a través de la información que se contaba del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) y del trabajo realizado entre INYPSA Y OHLA para confirmar la afectación de la vía, siendo el resultado que es afectado por la construcción del dique de encauzamiento de ambas márgenes de la quebrada Pampa Hermosa. Asimismo, se puede observar la afectación entre el dique de encauzamiento y la vía nacional (INTER-01) en la siguiente ilustración:

Ilustración 124 Vía nacional PE-1NF



G. Solución definitiva

La vía nacional PE-1NF identificada entre la progresiva 0+150 al 0+200 en relación al diseño de del dique de encauzamiento PH-DE-D1 (margen derecha) llega a ser afectado, por lo que se **propone como solución definitiva realizar la construcción de un badén que permita su transitabilidad vial.**

3.2.2.4.2 Red vial – Vía Vecinal LI-681.

Para la construcción de los componentes (Dique de encauzamiento y barrera dinámica) de la quebrada Quirripango se afectará la vía vecinal LI-680, la cual cuenta con la siguiente ubicación:

Cuadro 102 Ubicación de vía vecinal

ITEM	CODIGO DE INTERSECCION ENTRE LAS VIAS Y LOS DIQUES	TIPO	CODIGO DE LA VIA	COORDENADAS WGS 84	
				NORTE	ESTE
1	INTER-03	VÍA VECINAL	LI-680	9151331.00	724873.00
2	INTER-04	VÍA VECINAL	LI-680	9151418.00	725083.00
3	INTER-05	VÍA VECINAL	LI-680	9151689.00	729371.00

Se pone en conocimiento que la vía vecinal LI-680 permite al centro poblado Pampas de Jagüey con varios centros poblados y parcelas a lo largo del recorrido. Por tanto, es de vital importancia que dicho acceso no sea vea obstaculizado por los componentes del proyecto.

Ilustración 125 Ubicación de intersección de dique de encauzamiento y vía vecinal LI-680, Qda. Pampa Hermosa

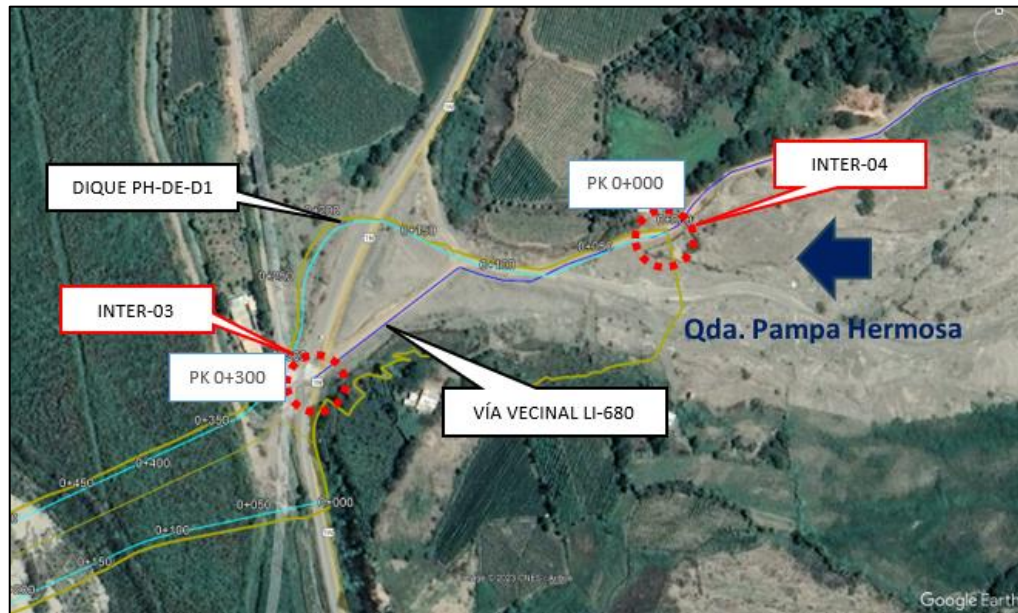
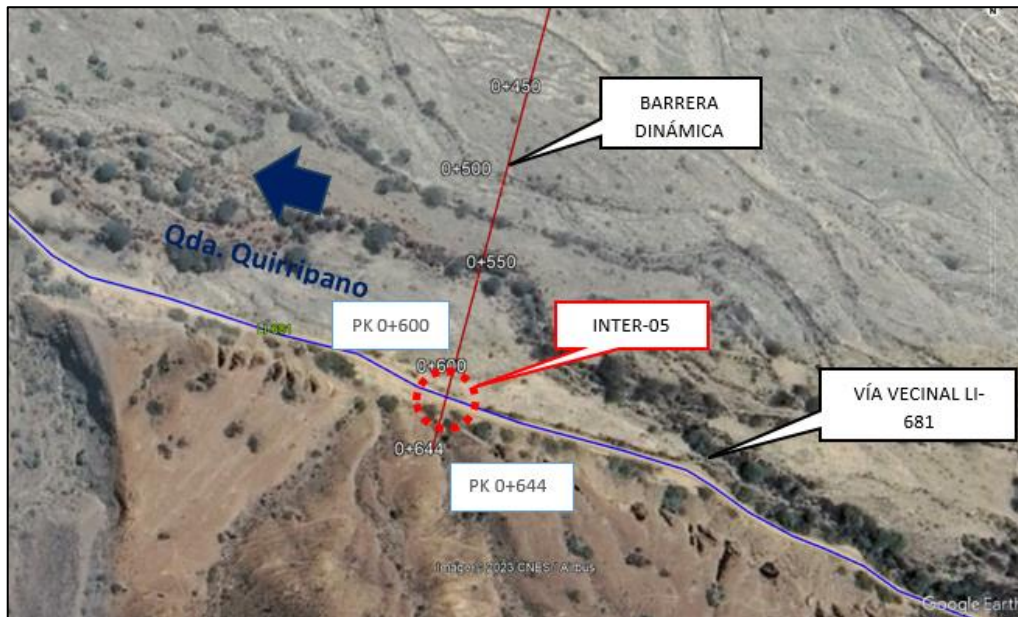


Ilustración 126 Ubicación de intersección de barrera dinámica y vía vecinal LI-681, Qda. Quirripango



H. Solución definitiva.

La vía vecinal LI-680, identificada entre la progresiva 0+000 al 0+300 en relación al dique de encauzamiento proyectado de la quebrada Pampa Hermosa, llega a ser afectado por lo que **se propone como solución definitiva realizar la construcción de una rampa**, y en el siguiente tramo entre la progresiva 0+600 al 0+644 en relación al diseño de las defensas ribereñas de la quebrada Quirripango propuesto (Barrera dinámica), llega a ser afectado, por lo que **se propone como solución definitiva realizar la construcción de una variante que permita su transitabilidad vial**.

3.2.2.4.3 Red vial no registrada.

Para la construcción del dique de retención de la quebrada Pampa Hermosa se afectará una trocha carrozable sin código, dicha afectación cuenta con la siguiente ubicación:

Cuadro 103 Ubicación de vías no registradas

ITEM	CODIGO DE INTERSECCION ENTRE LAS VIAS Y LOS DIQUES	TIPO	CODIGO DE LA VÍA	COORDENADAS WGS 84	
				NORTE	ESTE
1	INTER-06	NO REGISTRADA	S/C	9151314.00	724832.00
2	INTER-07	NO REGISTRADA	S/C	9151336.00	724855.00
3	INTER-08	NO REGISTRADA	S/C	9151377.00	725090.00
4	INTER-09	NO REGISTRADA	S/C	9150976.00	726453.00
5	INTER-10	NO REGISTRADA	S/C	9150065.00	726939.00

Se pone en conocimiento que la vía no registrada es de uso poblacional ya que tiene como destino zonas de explotación (canteras), además de vía de ingreso para la construcción de los diques de retención y deflectores de la quebrada Pampa Hermosa, por tanto, es de importancia que dicha vía no sea vea obstaculizado por los componentes propuestos.

Ilustración 127 Ubicación de intersección de dique proyectado y vía no registrada, Encauzamiento Pampa Hermosa.

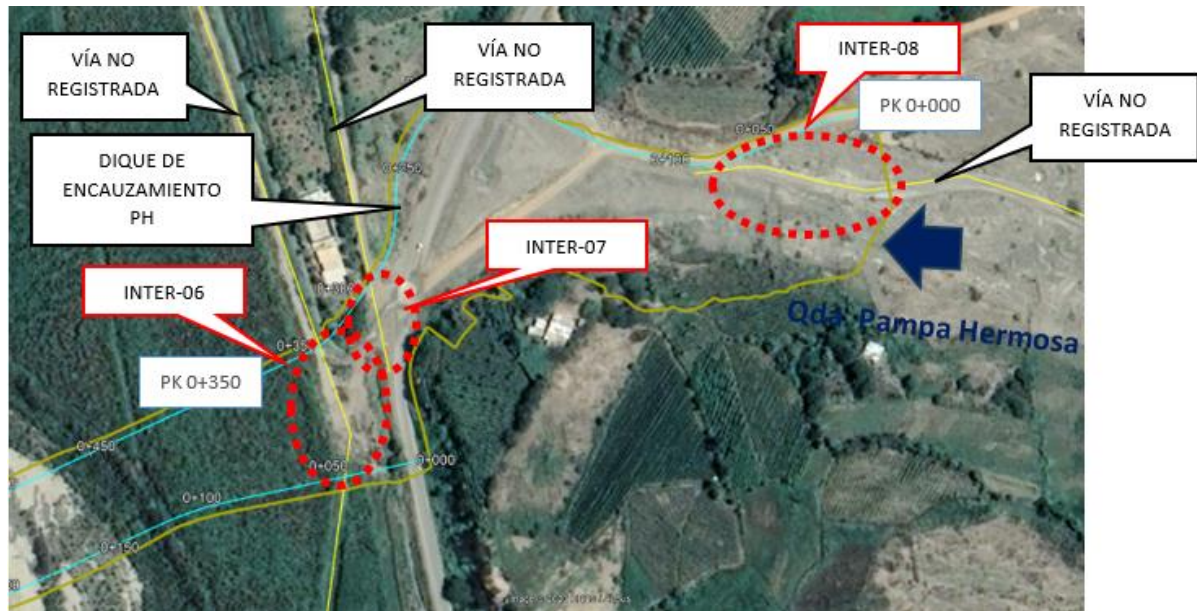


Ilustración 128 Ubicación de intersección de dique proyectado y vía no registrada, Qda. Pampa Hermosa

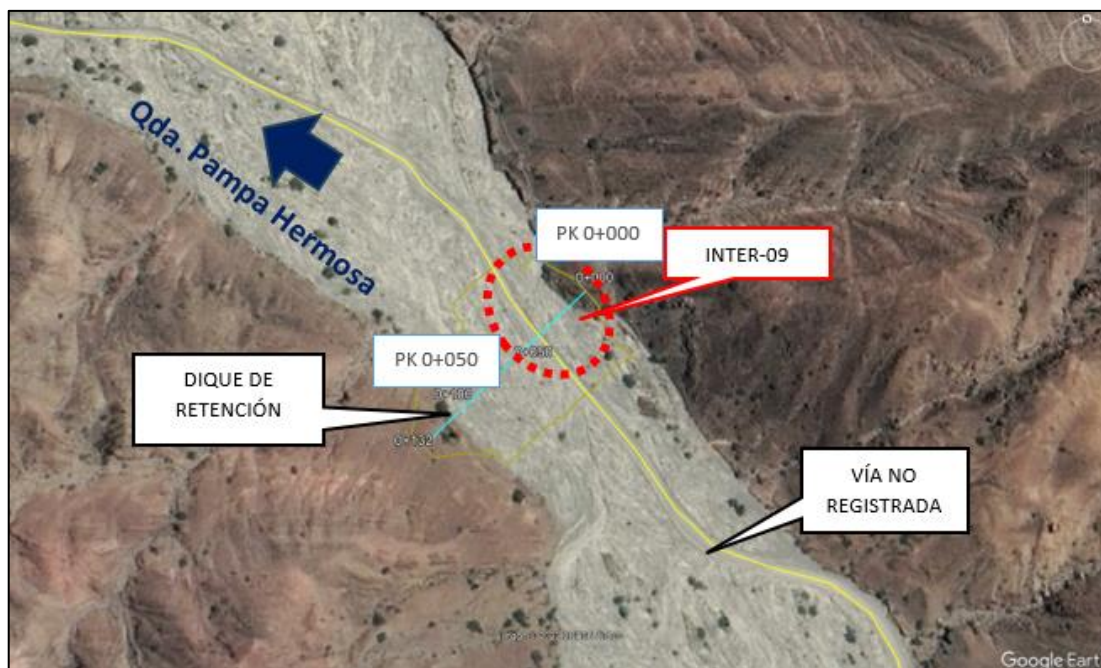


Ilustración 129 Vía no registrada (trocha carrozable)



A. Solución definitiva.

Respecto a la zona de encauzamiento, la vía no registrada llegar a ser afectado entre la progresiva 0+000 al 0+350 en relación al diseño de la margen derecha de la defensa ribereña de la quebrada Pampa Hermosa, por lo que se **propone como solución definitiva**:

Realizar la construcción de 2 rampas para el código de interferencia INTER-06.

Usar como 1 variante el acceso existente ubicado 900 metros aguas arriba para el código de interferencia INTER-07.

Realizar la construcción de 1 variante para el código de interferencia INTER-08.

Respecto al dique de retención y la barrera dinámica, la vía no registrada llega a ser afectado entre la progresiva 0+000 al 0+050 en relación al diseño de ambas defensas ribereñas de la quebrada Pampa Hermosa, por lo que **se propone como solución definitiva realizar la construcción de 2 variantes** que permitan su transitabilidad vial, para el código de interferencia INTER-09 y INTER-10

3.3 Gestión Medio Ambiente

En la tramitación ambiental que se realizó para la aprobación del Informe de Gestión Ambiental (IGA) del proyecto “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LA RIBERA DE LAS QUEBRADAS ASCOPE, EL OSO, ALTO PERÚ, PAMAPA HERMOSA, QUIRRIPANO Y SANTANERO, VULNERABLES ANTE EL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LOS DISTRITOS DE ASCOPE Y CHICAMA DE LA PROVINCIA DE ASCOPE DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD Y EL DISTRITO DE SAN BENITO-PROVINCIA DE CONTUMAZA - CAJAMARCA”, identificado con Código Único de Inversiones N° Código Único de Inversiones 2509655” cabe destacar los siguientes hitos:

- Mediante Formulario P-5, ingresado con Oficio N° 0490-2022-ARCC/GG/OA, con fecha 14 de setiembre de 2022, la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (en adelante, Titular), solicitó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (en adelante, DGAAA) del Ministerio de Desarrollo Agrario Riego (en adelante, MIDAGRI) la evaluación del IGA del PIP denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, el Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripaño y Santanero, vulnerables ante el peligro de inundación en los distritos de Ascope, Chicama y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655.
- Mediante Informe Técnico N° 0658-2022-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA-DERNCC- EASP, de fecha 17 de setiembre de 2022, el Área Temática de Sistema de Información Geográfica de la Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales y Cambio Climático de la DGAAA del MIDAGRI, remitió a la Dirección de Gestión Ambiental Agraria (en adelante, DGAA) de la DGAAA del MIDAGRI, el Análisis cartográfico de superposición del proyecto agrario con Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) en evaluación y Áreas Naturales Protegidas por el Estado, Ordenamiento Forestal, Concesiones Forestales, Ecosistemas frágiles y Bosques Secos, concluyendo lo siguiente: 4.1. No presenta superposición con Área Natural Protegida por el Estado, ni con Zona de Amortiguamiento, establecida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado-SERNANP. 4.2. No presenta superposición con Concesiones forestales, Bosques de producción permanente, Ecosistema Frágil o Bosques secos, del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR.
- Mediante OFICIO N° 01629-2022-ARCC/DE/DSI, ingresado con fecha 29 de setiembre de 2022, el Titular, ingresó Información complementaria referente a la evaluación del IGA del PIP denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, el Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripaño Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655.
- El 30 de setiembre del 2022, se emite el INFORME N° 0088-2022-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA-DGAA-JPTY, la misma que da como conclusión la APROBACIÓN del Instrumento ambiental mencionado.
- El 03 de octubre del 2022, mediante Resolución de Dirección General N°0632-2022-MIDAGRI-DVDAFIR-DGAAA se da por APROBADO el Informe de Gestión Ambiental del Proyecto de Inversión

- Pública denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, Pampa Hermosa, Quirripango y Santanero, vulnerables ante el peligro de inundación en los distritos de Ascope, Chicama y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655

A la fecha, se viene elaborando la modificatoria de los componentes aprobados en el IGA del presente proyecto, los mismo que contarán con información de diseño a nivel EDI.

3.4 Building Information Modeling (BIM)

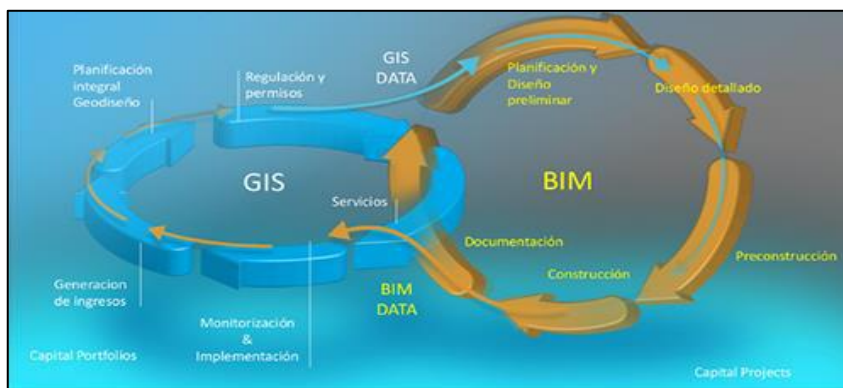
El proyecto, se realizó utilizando la metodología BIM¹; el acrónimo BIM de Building Information Modeling en referencia al “Modelado de Información de la Construcción”, es una metodología de trabajo colaborativa que documenta todo el ciclo de vida de esta, este hace uso de herramientas informáticas con el fin de gestionar un repositorio único de información útil para todos los agentes que participan en él. BIM es una metodología de trabajo colaborativo basada en la aplicación de procesos, estándares, herramientas y tecnologías para el modelamiento digital de la información de la infraestructura durante todo su ciclo de vida, a través del uso de un entorno común de datos.

(¹) Su uso se enmarca en los siguientes dispositivos legales: Decreto Supremo N° 237-2019-EF - Plan Nacional de Competitividad y Productividad (28.jul.2019), Decreto Supremo N° 289-2019-EF Incorporación progresiva de BIM en la inversión pública (08.set.2019), Decreto Legislativo n° 1486 Disposiciones para Mejorar y Optimizar la ejecución de las Inversiones Públicas (10.may.2020), Decreto Supremo N° 108-2021-EF Modifica el DS 289-2019-EF (15.may.2019), incluidas sus modificatorias.

La aplicación del sistema BIM espera alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir los tiempos de ejecución del proyecto en comparación a los procesos tradicionales.
- Asegurar la constructibilidad de las propuestas, utilizando los modelos BIM desde el levantamiento de condiciones existentes hasta el desarrollo del estudio definitivo, anticipando y detectando todos aquellos problemas derivados de interferencias o incompatibilidades, así como posibles deficiencias de diseño, para de esta manera reducir pérdidas de tiempo y sobrecostos, así como las modificaciones a los diseños aprobados asegurando así la eficiencia y economía del proceso.
- Optimizar el diseño, de manera que se obtenga el mejor posible, tanto a nivel funcional como económico.

Ilustración 130 Intercambio de información BIM-GIS

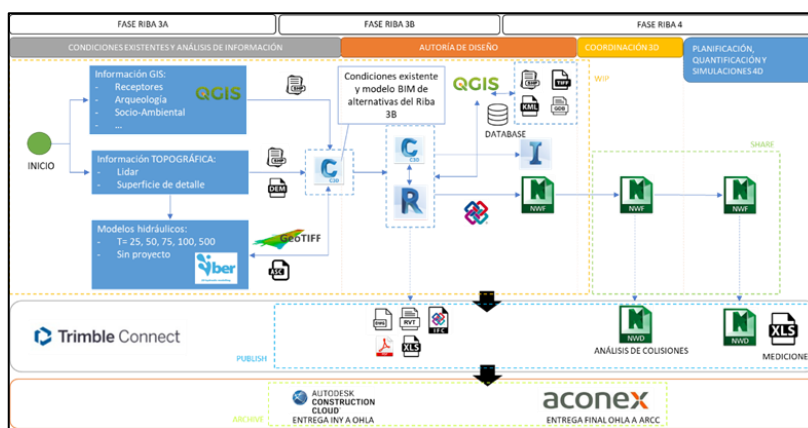


En esta etapa RIBA 4 se desarrollarán todos los diseños técnicos a nivel de detalle de ingeniería, tomando como base, las alternativas seleccionadas en la fase RIBA 3B, serán desarrollados en un LOD 300 y LOI 4 como mínimo, con la aplicación de los usos BIM para la fase RIBA 4, para obtener diseños coordinados antes del comienzo en el sitio.

Para RIBA 4, la metodología BIM se continuará desarrollando un trabajo colaborativo entre todas las especialidades del proyecto, para así tener como resultado, un diseño plenamente coordinado. Esta fase involucra la preparación de toda la información requerida para gestionar y construir el proyecto.

El objetivo de esta fase es generar el expediente de diseño a detalle para cada uno de los paquetes definidos en la planificación del diseño, donde se deberá incorporar la información adicional, cálculos, informes, especificaciones, etc. Es obligación del Contratista del Diseño, emplear la metodología BIM/SIG en base a los requisitos definidos en el apartado G360 del Volumen 2a y sus anexos.

Ilustración 131 Flujoograma general de la información



Para la implementación de la metodología BIM en esta fase del proyecto se ha realizado los siguientes modelos:

- Modelo BIM diques de encauzamiento:

Se ha generado modelos independientes de cada dique, con el software Civil 3D se han generado los modelos para la definición del movimiento de tierra, estos modelos contienen la información LOD y LOI de acuerdo con lo aceptado en el BEP.

Como parte de la información generada del modelo, se obtienen planos de planta, perfil, secciones, metrados de movimiento de tierras.

- Modelo BIM estructuras proyectadas

Se ha generado el modelo de las estructuras proyectadas (Alcantarilla, Sifón y Baden), con el software Revit se ha generado el modelo para la definición de detalles, este modelo contiene la información LOD de acuerdo con lo aceptado en el BEP.

Como parte de la información generada del modelo, se obtienen planos de planta, perfil, secciones, metrados.

- Modelo federado BIM

Con el software Infraworks se ha integrado cada uno de los modelos individuales en un modelo federado.

Toda la información descrita respecto al desarrollo de la implementación de la metodología BIM en esta fase del proyecto se detalla en **el Informe BIM correspondiente al Vol. 12 Información digital**.

4 RESUMEN DE COSTOS Y PERIODO DE EJECUCIÓN

4.1 COSTO DE INVERSIÓN

De acuerdo con lo desarrollado en el capítulo de presupuesto se tiene el siguiente resumen:

Cuadro 104: Presupuesto Paquete 02: Qda. Pampa Hermosa - Quirripango: Diques de Retención y Encauzamiento

COSTO DIRECTO	42,068,980.03
GASTOS GENERALES	9,430,638.65
UTILIDAD	4,206,888.00
SUBTOTAL	55,706,516.68
COSTO PRODUCCION DE CANTERA PQT 2	9,784,925.24
IGV (18.00%)	11,788,459.55
COSTO TOTAL DEL PQT 2	77,279,901.47

El presupuesto total de proyecto 02: QDA. Pampa Hermosa - Quirripango: Diques de Retención y Encauzamiento, se puede concluir que el Costo Previo estimado del Paquete 02 QDA. Pampa Hermosa – Quirripango es S/ 77,279,901.47 Incluido IGV.

Para efectos de cuantificar los elementos componentes del presupuesto, se inicia calculando los volúmenes de cortes y rellenos obtenidos de modelamiento volumétrico (metrados) y con ellos multiplicarlos por sus respectivos precios unitarios.

Los Sustentos de los metrados y presupuesto del proyecto se encuentra en el VOLUMEN 05: METRADOS y PRESUPUESTO.

4.2 TIEMPO (PERÍODO) DE EJECUCIÓN.

Se ha considerado un período total de ejecución para las obras del Paquete 02 QDA. Pampa Hermosa – Quirripango de 14.00 meses. En el cuadro siguiente se muestra el cronograma tentativo de ejecución de las obras de este Sector.

El programa de actividades de construcción se ha desarrollado en base a los metrados y rendimientos, con ello se ha procedido a determinar los plazos de cada actividad.

Por otro lado, se ha desarrollado una secuencia de ejecución de partidas en función del orden constructivo, que nos permita identificar las partidas Predecesoras y Sucesoras de cada actividad.

Una vez desarrollado el cronograma base se identifica la Ruta Crítica del proyecto, la cual se caracteriza por seguir el esquema de ejecución de actividades que no tienen holgura.

El cronograma se encuentra en el Volumen 6 -CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

A continuación, se observa el cronograma Gantt del Proyecto:

Cuadro 105: Cronograma Paquete 02: Qda. Pampa Hermosa - Quirripango: Diques de Retención y Encauzamiento

					2024												2025		
ID	DESCRIPTION	Dias	Start Date	Finish Date	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
			Project Month																
	PAQUETE 2 DE LA CUENCA CHICAMA: "QDA. PAMPA HERMOSA Y QUIRRIPANO / PAMPAS DE JAGUEY"	420.00	12-Dic-23	3-Feb-25															
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES		12-Dic-23	3-Feb-25															
2.00	BARRERAS DINAMICAS		12-Dic-23	19-Ene-25															
3.00	DIQUES DE RETENCIÓN		13-Ene-24	19-Dic-24															
4.00	DIQUES DEFLECTORES		20-Dic-24	19-Ene-25															
5.00	ENCAUZAMIENTO DE QUEBRADA		13-Ene-24	29-Jun-24															
6.00	BADEN		1-Abr-24	28-May-24															
7.00	SIFÓN		29-May-24	26-Jul-24															
8.00	CANAL DE ALIVIO		27-Jul-24	18-Ago-24															
9.00	ALCANTARILLA		19-Ago-24	11-Set-24															
10.00	CANAL PROYECTADO		12-Set-24	3-Oct-24															
11.00	VARIANTES Y RAMPAS DE ACCESO		30-Jun-24	31-Jul-24															
12.00	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD		16-Feb-24	28-Dic-24															
13.00	CANTERAS DE ROCA PARA PAQUETE 2		12-Dic-23	18-Ene-25															